DOCUMENT RESUME

ED 355 341 CE 062 607

| | |
|---|---|
| TITLE | Piscicultura. Productor Comercial de Peces. Guia Tecnica. Documento de trabajo, Programa de Educacion Agricola (Fish Farming. Commercial Fish Producer. Technical Guide. Curriculum Document, Agriculture Education Program). |
| INSTITUTION | Puerto Rico State Dept. of Education, Hato Rey. Area for Vocational and Technical Education. |
| PUB DATE | 92 |
| NOTE | 119p. |
| AVAILABLE FROM | Puerto Rico Department of Education, Box 759, Hato Rey, PR 00919. |
| PUB TYPE | Guides - Classroom Use - Teaching Guides (For Teacher) (052) |
| LANGUAGE | Spanish |
| EDRS PRICE | MF01 Plus Postage. PC Not Available from EDRS. |
| DESCRIPTORS | *Agricultural Production; Curriculum Guides; Economics; *Farm Management; Federal Regulation; Financial Needs; *Ichthyology; Postsecondary Education; Site Development |
| IDENTIFIERS | *Fish Farming |

ABSTRACT

This curriculum guide begins with an introduction, course description, and description of the occupation of commercial fish farmer. A course outline covers five units: starting a business, establishing the fish farm, managing the enterprise, harvesting the fish, and administering the business. For each unit, the following are provided: terminal objectives, suggested learning strategies, tasks/competencies, and criteria for evaluation. The bulk of the document consists of 45 appendices, which contain information and illustrations on detailed aspects of fish farming: financial considerations of fish production in Puerto Rico, site selection, water quality, size and construction of ponds, cleaning, sources of contamination, fertilizing, breeding, feeding, diseases, harvesting, and sale. The guide includes 10 references and a list of needed equipment and supplies. (SK)

**********
* Reproductions supplied by EDRS are the best that can be made *
* from the original document. *
**********

PR92CD01

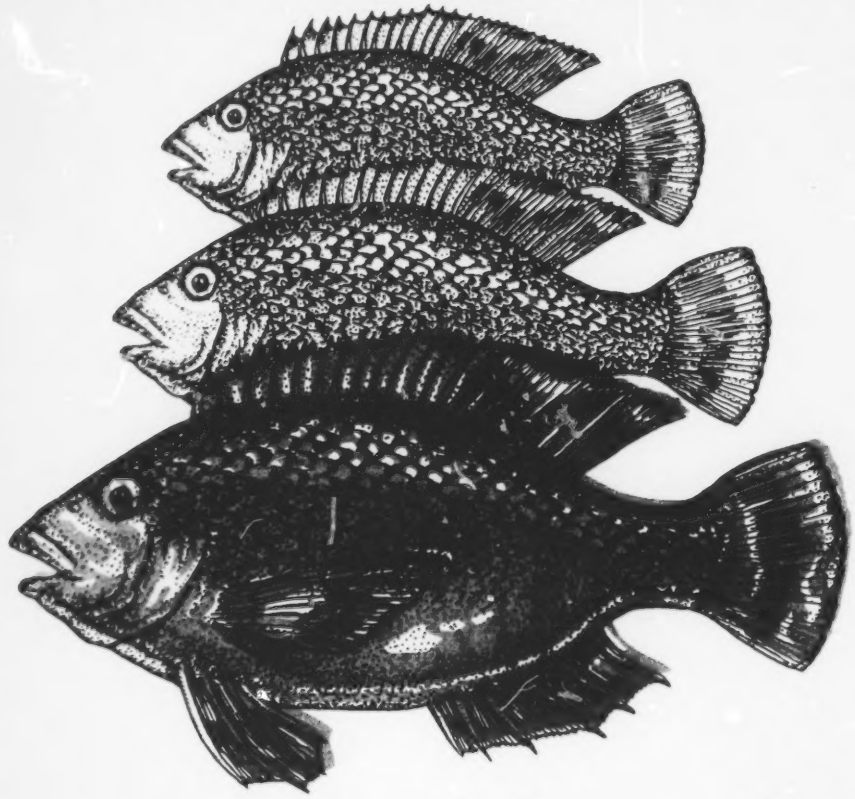
ED355341

DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN
ESTADO LIBRE ASOCIADO DE PUERTO RICO

GUÍA TÉCNICA

# Piscicultura

## Productor Comercial de Peces



Documento de trabajo

Programa de Educación Agrícola

1991 - 92

"PERMISSION TO REPRODUCE THIS MATERIAL IN MICROFICHE ONLY HAS BEEN GRANTED BY

C Bonilla

TO THE EDUCATIONAL RESOURCES INFORMATION CENTER (ERIC)."

U.S. DEPARTMENT OF EDUCATION
Office of Educational Research and Improvement
EDUCATIONAL RESOURCES INFORMATION CENTER (ERIC)

☑ This document has been reproduced as received from the person or organization originating it.

☐ Minor changes have been made to improve reproduction quality.

• Points of view or opinions stated in this document do not necessarily represent official OERI position or policy.

CE062607



BEST COPY AVAILABLE

DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN
ESTADO LIBRE ASOCIADO DE PUERTO RICO

Guía Técnica

# Piscicultura

## Productor Comercial de Peces

Documento de trabajo

Programa de Educación Agrícola

1991 - 92

NOTIFICACIÓN DE POLÍTICA PÚBLICA

El Departamento de Educación
no discrimina por razón de raza, color, sexo,
nacimiento, origen nacional, condición, social,
ideas políticas o religiosas, edad o impedimento
en sus actividades, servicios educativos y
oportunidades de empleo.

# ÍNDICE


| | Páginas |
|---|---|
| INTRODUCCIÓN ..... | v |
| DESCRIPCIÓN DEL CURSO ..... | 1 |
| DESCRIPCIÓN DE LA OCUPACIÓN ..... | 3 |
| BOSQUEJO DEL CURSO ..... | 5 |
| OBJETIVOS TERMINALES ..... | 9 |
| ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE SUGERIDAS ..... | 13 |
| ANÁLISIS DE COMPETENCIAS ..... | 17 |
| CRITERIOS DE EVALUACIÓN ..... | 19 |
| APÉNDICES | |
| 1. Producción Comercial de Peces ..... | 27 |
| 2. Definición de Términos Relacionados ..... | 29 |
| 3. Ventajas y Desventajas del Desarrollo de la Piscicultura en Puerto Rico ..... | 35 |
| 4. Perspectivas Económicas de la Producción Comercial de Peces en Puerto Rico ..... | 37 |
| 5. Características y Tipos de Peces ..... | 39 |
| 6. Selección del Lugar Adecuado para el Cultivo de Peces en Puerto Rico ..... | 41 |
| 7. Viabilidad Económica de la Producción Comercial de Peces en Puerto Rico ..... | 43 |
| 8. Servicios Técnicos que Ofrece el Gobierno para el Desarrollo de la Piscicultura ..... | 45 |
| 9. Capital Necesario para el Desarrollo del Negocio de Piscicultura ..... | 49 |

Páginas


10. Factores a Considerar para el Funcionamiento del Negocio de Piscicultura ..... 51

11. Fuentes de Financiamiento Disponibles para el Desarrollo de la Piscicultura ..... 53

12. Relación de Costos/Monocultivos y Policultivos ..... 55

13. Características del Terreno para el Cultivo Comercial de Peces ..... 57

14. Área Mínima Indispensable para Desarrollar la Empresa de Piscicultura ..... 59

15. Características del Agua de Pozos Profundos para Abastecer las Charcas ..... 61

16. Requisitos del Factor Químico pH en el Agua ..... 65

17. Dureza del Agua ..... 69

18. Factor Físico Oxígeno Disuelto en el Agua ..... 71

19. Importancia del Fitoplancton en el Desarrollo de la Piscicultura ..... 73

20. Contaminaciones con Larvas y Peces en las Charcas .... 75

21. Especificaciones Mínimas Respecto al Tamaño y a la Profundidad de las Charcas ..... 77

22. Causas de las Filtraciones y la Forma de Corregirlas ..... 79

23. Conservación y Limpieza de las Charcas ..... 81

24. Alternativa de Acondicionar Charcas Hechas ..... 87

25. Precauciones que se Deben Tomar Antes de la Siembra de Peces ..... 89

26. Principales Especies de Peces Cultivados en Estanques ..... 91

27. Factores que Determinan la Cantidad de Peces a Sembrar ..... 93

Páginas


28. Tipos de Abonos que se Recomiendan para las Charcas ..... 95

29. Aplicación de Abono en las Charcas ..... 99

30. Época Apropiada para el Abonamiento de las Charcas .. 101

31. Tipos de Cultivos de Peces ..... 103

32. Técnicas a Emplear en el Cultivo de Peces ..... 105

33. Forma de Obtener las Semillas para la Siembra de Peces ..... ..... 109

34. Reproducción de los Bagres de Canal ..... 113

35. Alimentación Artificial para el Cultivo de Peces .... 115

36. Confección de Alimentos Artificiales ..... 117

37. Cantidad de Alimento Confeccionar ..... 119

38. Empaque y Transportación de Peces Vivos ..... 123

39. Enfermedades que Afectan a los Peces ..... 127

40. Recomendaciones a Seguir Antes de Cosechar Peces .... 129

41. Métodos que se Usan para Cosechar Peces ..... 131

42. Equipo Necesario para la Cosecha de Peces ..... 133

43. Periodo de Cosecha de Peces ..... 135

44. Registros de Gastos del Negocio de Piscicultura ..... 137

45. Ingresos Obtenidos en la Venta del Producto ..... 139

REFERENCIAS ..... ..... 141

EQUIPO Y MATERIALES NECESARIOS EN LA EMPRESA DE PISCICULTURA ... 143

# INTRODUCCIÓN

El primer intento de establecer el cultivo de peces (piscicultura) en Puerto Rico tuvo lugar en la década de los años treinta. Este proyecto no tuvo éxito debido a que se utilizó la trucha arcoiris, la cual se reproduce a temperaturas más bajas que las que prevalecían a la sazón en los viveros.

A pesar de este primer intento fallido, hoy en día existe en Puerto Rico un excelente potencial para producir grandes cantidades de pescado, camarones, langostinos y ostras. Ello, evidentemente, aumentaría la oferta de productos acuáticos y reduciría las importaciones.

Para brindar a los maestros de piscicultura de las escuelas regionales agrícolas del país una información relacionada con este campo ocupacional, el Programa de Educación Agrícola elaboró la presente guía técnica, la cual se espera les sea de utilidad al planificar e impartir sus lecciones.

Es importante que el maestro, a la vez que imparta los conocimientos relacionados con la materia que enseña, enfatice el desarrollo del pensamiento crítico, la pertinencia de la educación y la importancia de los valores en la vida humana. De esta forma, podrá lograr que sus estudiantes aumenten sus potencialidades para alcanzar su realización como personas y puedan involucrarse inteligente y responsablemente en la sociedad.

## DESCRIPCIÓN DEL CURSO

El curso de Piscicultura (Productor Comercial de Peces) está diseñado con el propósito de capacitar a los estudiantes en la planificación y el desarrollo de las charcas para la crianza y cultivo de peces. Durante el adiestramiento, los alumnos aprenden a determinar las técnicas de cultivo, los tipos y formas de alimentación, y los métodos de cosechas más adecuados. También se familiarizan con la construcción de las charcas, tomando en consideración las características del terreno para determinar el tamaño, la profundidad, la conservación, la sombra y las fuentes de agua.

El curso provee, además, para que los estudiantes identifiquen la forma, el tipo y la época de abonamiento, el método de alimentación, el control de enfermedades y la selección de alevinos.

## DESCRIPCIÓN DE LA OCUPACIÓN

PRODUCTOR COMERCIAL DE PECES
(Piscicultor)

D.O.T. 446-134-010

El productor comercial de peces supervisa y coordina las actividades de los obreros que se dedican a la siembra, el cultivo y la cosecha de peces. Determina el lugar y la época de la siembra, las técnicas de cultivo, los tipos y las formas de alimentación, y los métodos de cosecha. Planifica y supervisa la construcción de las charcas, tomando en consideración las características del terreno para determinar el tamaño, la profundidad, las filtraciones, la conservación, la sombra y las fuentes de agua. Para seleccionar las fuentes de agua, considera su disponibilidad, el pH, los factores químicos y físicos, la contaminación de peces y larvas.

Planifica los horarios de trabajo de acuerdo con el personal y los equipos disponibles. Adiestra a sus empleados en torno a la forma de alimentación, la época, el tipo y la forma de abonamiento, el control de enfermedades, la producción y selección de semillas, y la cosecha y mantenimiento de los peces.

Se encarga directamente de la administración del negocio en todas sus fases.

## BOSQUEJO DEL CURSO

Primera Unidad: Inicio del negocio

A. Análisis de la empresa

1. Desarrollo de la empresa

2. Definición de términos

a. Sifón
b. Acuicultura
c. Piscicultura
d. Canal de derivación
e. Monje
f. Tubería de desagüe
g. Braza
h. CODREMAR
i. Estuario
j. Mangle
k. Veda
l. Zona de conservación
m. Gónada
n. Ecología
o. Plataforma insular
p. Alevinos

3. Viabilidad económica

a. Razones para cultivar peces
b. Tipos de peces

- Características

c. Lugares para cultivar peces

B. Política gubernamental

1. Servicios técnicos

a. Departamento de Recursos Naturales
b. CODREMAR (Corporación para el Desarrollo y Administración de los Recursos Marinos, Lacustres y Fluviales de Puerto Rico)
c. Servicio Federal de Conservación de Suelos

2. Incentivos
3. Seguros

C. Proyecto de presupuesto

1. Capital necesario
2. Financiamiento

a. Factores a considerar
b. Fuentes

Segunda Unidad: Establecimiento de la empresa

A. Terrenos

1. Características
2. Área

B. Fuentes de agua

1. Características

a. Quebradas
b. Arroyos
c. Pozos profundos
d. Ríos

2. Factores químicos

a. pH
b. Dureza

3. Factores físicos

a. Oxígeno disuelto
b. Fitoplancton

4. Contaminaciones

a. Peces
b. Larvas

C. Construcción de charcas

1. Factores a considerar
2. Especificaciones mínimas

a. Tamaño
b. Profundidad

3. Filtraciones
4. Desagüe

- Métodos

5. Vaciado
6. Conservación (limp eza)
7. Sombra
8. Siembra de gramas

D. Acondicionamiento de ch rcas hechas

Tercera Unidad: Manejo de la em resa

A. Siembra de peces

1. Recomendaciones an es de la siembra
2. Clasificación de p ces
3. Especies a sembrar
4. Época de siembra
5. Cantidad

- Factores que la determinan

B. Abonamiento

1. Tipos de abonos

a. Orgánicos
b. Inorgánicos

2. Ventajas
3. Desventajas
4. Funciones
5. Época (cuándo)
6. Formas (cómo)
7. Razones para abona (por qué)

C. Cultivo de peces

1. Tipos de cultivos

a. Intensivo
b. No intensivo

2. Técnicas de cultivo

a. Monocultivos
b. Policultivos

D. Producción y selección de las semillas

1. Obtención de las semilla
2. Métodos de siembra
3. Reproducción de tilapias
4. Reproducción de bagres de canal

E. Alimentación

1. Artificial

a. Tipos
b. Confección (preparación)
c. Cantidad

F. Transportación de peces vivos

- Pasos

G. Control de enfermedades en los peces

1. Descripción
2. Métodos
3. Administración de antibióticos

Cuarta Unidad: Cosecha de peces

A. Métodos
B. Época
C. Conversión del alimento en pescado

- Fórmulas

Quinta Unidad: Administración del negocio

A. Promoción
B. Registro de gastos
C. Registro de ingresos
D. Resumen financiero

## OBJETIVOS TERMINALES

PRIMERA UNIDAD: **Inicio del Negocio**

1. Luego del estudio del material relacionado con el desarrollo de la piscicultura en Puerto Rico, el estudiante lo relatará con un 90 por ciento de exactitud.

2. Luego de estudiar los términos relacionados con la producción comercial de peces, el alumno los definirá con un 100 por ciento de corrección.

3. Al finalizar el estudio del material informativo relacionado con la piscicultura, el estudiante describirá, con un 90 por ciento de efectividad, la viabilidad económica de dicha empresa.

4. Al finalizar el estudio del material relacionado con el tema, el estudiante explicará, con un 85 por ciento de efectividad, la política gubernamental establecida en torno al cultivo de peces.

5. Luego de escuchar una charla relacionada con el tema, el estudiante describirá, con un 85 por ciento de efectividad, el proyecto de presupuesto necesario para establecer el negocio de producción comercial de peces.

SEGUNDA UNIDAD: **Establecimiento de la Empresa**

1. Luego del estudio de los criterios a considerar en la selección del terreno para establecer la empresa de producción comercial de peces, el estudiante realizará este procedimiento con un 100 por ciento de efectividad.

2. Luego del estudio de una lista de las características de las fuentes de agua para abastecer las charcas, el estudiante las enumerará con un 90 por ciento de efectividad.

3. Luego de realizar una lectura del material relacionado con el tema, el estudiante analizará, con un 95 por ciento de efectividad, los factores a considerar en la construcción de las charcas.

4. Al concluir el estudio del material didáctico relacionado con el tema, el estudiante analizará, con un 95 por ciento de efectividad, la alternativa de acondicionar las charcas hechas.

TERCERA UNIDAD: Manejo de la Empresa

1. Al finalizar el estudio del material informativo relacionado con el tema, el estudiante describirá el proceso de la siembra de peces con un 95 por ciento de corrección.

2. Luego de concluir el estudio del material mimeografiado relacionado con el tema, el estudiante describirá los métodos correctos de abonamiento con un 100 por ciento de efectividad.

3. Al finalizar las actividades de enseñanza-aprendizaje relacionadas con el cultivo de peces, el estudiante describirá este proceso con un 90 por ciento de corrección.

4. Luego de llevarse a cabo una discusión de grupo acerca de la siembra de peces, el estudiante describirá este proceso con un 90 por ciento de efectividad.

5. Luego de estudiar la información relacionada con la alimentación de los peces, el estudiante describirá los tipos de alimentos que se utilizan para los cultivos en charcas, con un 95 por ciento de corrección.

6. Luego de finalizar el aprendizaje de la información relacionada con el tema, el estudiante confeccionará alimentos artificiales para el cultivo de peces con un 95 por ciento de efectividad.

7. Luego de observar una demostración acerca del manejo, empaque y transporte de peces vivos, el estudiante realizará este proceso de acuerdo con los criterios establecidos.

8. Luego de estudiar una lista de las enfermedades que afectan a los peces, el estudiante describirá y explicará la manera de controlarlas con un 95 por ciento de efectividad.

CUARTA UNIDAD: Cosecha de Peces

1. Luego de estudiar el material informativo relacionado con el tema, el estudiante describirá, con un 90 por ciento de corrección, los métodos que se recomiendan para la cosecha de peces.

2. Al concluir el estudio de una hoja informativa acerca de la época propicia para la cosecha de peces, el estudiante determinará cuándo llevar a cabo este proceso con un 90 por ciento de corrección.

QUINTA UNIDAD: **Administración del Negocio**

1. Al establecer el negocio de producción comercial de peces, el estudiante podrá seleccionar los métodos de promoción y mercadeo con un 90 por ciento de efectividad. . .

2. Luego de recibir una orientación relacionada con los gastos e ingresos del negocio, el estudiante demostrará la forma de llevar los respectivos registros con un 98 por ciento de exactitud.

3. Luego de recibir una orientación acerca de la forma de calcular el margen de ganancias de un negocio de piscicultura, el estudiante demostrará cómo llevar a cabo esta operación de acuerdo con los criterios establecidos.

4. Luego de recibir una orientación relacionada con la preparación de un resumen financiero, el estudiante realizará esta tarea de acuerdo con los criterios establecidos.

## ESTRATEGIAS DE APRENDIZAJE SUGERIDAS

PRIMERA UNIDAD: **Inicio del Negocio**

1. Visita a las oficinas de CODREMAR y al Laboratorio de Investigaciones Pesqueras para obtener información acerca de la historia de la producción comercial de peces en Puerto Rico.

2. Visita al Laboratorio de Investigaciones Pesqueras para observar los métodos de desagüe de las charcas.

3. Discusión de grupo en torno a los distintos métodos de desagüe.

4. Visita a las oficinas de CODREMAR y al Laboratorio de Investigaciones Pesqueras para obtener más información acerca de los términos básicos relacionados con la empresa de piscicultura.

5. Discusión de grupo en torno a los términos relacionados con la empresa de piscicultura y algunos nuevos que puedan surgir.

6. Discusión de grupo en torno a las ventajas y desventajas del desarrollo de la empresa de piscicultura.

7. Visita a la biblioteca de CODREMAR y del Colegio de Ciencias Marinas para buscar información acerca de las ventajas y desventajas del cultivo de peces en charcas.

8. Visita a la biblioteca de CODREMAR y del Colegio de Ciencias Marinas para buscar información adicional sobre las áreas donde la piscicultura tiene mejores perspectivas en Puerto Rico.

9. Discusión de grupo acerca de las características y los tipos de peces que se recomiendan para su cultivo en Puerto Rico.

10. Visita a las oficinas de CODREMAR y al Laboratorio de Investigaciones Pesqueras para obtener más información acerca de las razones para establecer el cultivo de peces en Puerto Rico.

11. Discusión de grupo en torno a la selección del lugar adecuado para la construcción de charcas destinadas al cultivo de peces.

12. Determinar el lugar apropiado para la construcción de una charca para el cultivo de peces en la finca escolar.

13. Observación de las charcas preparadas para la crianza de peces y camarones, y comparar los gastos y los ingresos de ambas empresas.



BEST COPY AVAILABLE

SEGUNDA UNIDAD: Establecimiento de la Empresa

1. Búsqueda de información acerca de las características de los terrenos para la construcción de las charcas.

2. Visita al Colegio de Ciencias Marinas para observar los terrenos donde están construidas las charcas para la siembra de peces.

3. Búsqueda de información acerca del agua de pozos, manantiales, ríos y arroyos para las charcas.

4. Discusión de grupo en torno a los efectos que tienen la acidez o la alcalinidad del agua de la charca en los huevos, alevinos y peces adultos, en la reproducción y la producción de peces.

5. Discusión de grupo en torno a los métodos que se pueden utilizar para corregir la acidez o la alcalinidad.

6. Discusión de grupo en torno al factor químico dureza en el agua.

7. Discusión de grupo en torno a la importancia del factor físico oxígeno disuelto en el agua.

8. Discusión de grupo en torno a la contaminación de larvas y peces en las charcas.

9. Discusión acerca de la importancia que tiene el fitoplancton en el desarrollo de la piscicultura.

10. Visita al Colegio de Ciencias Marinas para observar las charcas establecidas.

11. Discusión acerca de las especificaciones mínimas en lo que respecta al tamaño y a la profundidad de las charcas.

12. Preparación de un bosquejo para enumerar las causas de filtraciones en las charcas y la manera de corregirlas.

13. Visita al Laboratorio de Investigaciones Pesqueras para observar los métodos que se utilizan para la conservación y la limpieza de las charcas.

14. Discusión de grupo en torno a los distintos métodos de conservación y limpieza de las charcas.

15. Discusión de grupo acerca de los efectos indeseables de la sombra en el cultivo de peces.

16. Discusión de grupo en torno a la siembra de grama alrededor de los bancos.

17. Discusión de grupo en torno a la alternativa de acondicionar las charcas previamente construidas.

18. Discusión de grupo en torno a la alternativa de construir charcas nuevas.

TERCERA UNIDAD: **Manejo de la Empresa**

1. Visita al Colegio de Ciencias Marinas para observar las precauciones tomadas antes de sembrar peces en las charcas.

2. Discusión de grupo en torno a las precauciones que se deben tomar antes de la siembra de peces en las charcas.

3. Visita a CODREMAR para obtener información adicional respecto a las principales especies de peces que se cultivan en estanques en Puerto Rico.

4. Discusión de grupo acerca de los factores que determinan la cantidad de peces que se han de sembrar.

5. Discusión de grupo acerca de la diferencia entre la siembra de monocultivos y/o policultivos.

6. Discusión de grupo en torno a los tipos de abonos que se recomiendan y la manera de aplicarlos.

7. Discusión de grupo acerca de las ventajas y las desventajas de los abonos inorgánicos para el abonamiento de las charcas.

8. Discusión en sesión de preguntas y respuestas acerca de las ventajas y las desventajas de los abonos orgánicos para el abonamiento de las charcas.

9. Atención a conferencia en torno a los diferentes tipos de cultivo de peces.

10. Visitas a las charcas de la localidad para observar las técnicas utilizadas en el cultivo de peces.

11. Visita al Colegio de Ciencias Marinas y /o el vivero de Maricao para observar la forma de obtener las semillas para la siembra.

12. Atención a conferencia acerca de la forma de reproducir los bagres de canal.

13. Discusión en sesión de preguntas y respuestas acerca de la alimentación para el cultivo de peces.

14. Investigación individual en diferentes fuentes de información acerca de la forma de confeccionar los alimentos artificiales.

15. Observación de una demostración acerca de la forma correcta de empacar y transportar los peces vivos.

16. Observación de diapositivas o esquemas relacionados con las enfermedades que afectan a los peces.

CUARTA UNIDAD: **Cosecha de Peces**

1. Atención a conferencia relacionada con las recomendaciones que se han de seguir antes de cosechar peces.

2. Observación de una demostración acerca de los métodos que se utilizan para cosechar peces.

3. Observación de una demostración del uso del equipo que se utiliza para la cosecha de peces.

4. Atención a una conferencia en torno al periodo que se recomienda para cosechar peces.

QUINTA UNIDAD: **Administración del Negocio**

1. Observación de una demostración relacionada con la preparación de registros de gastos e ingresos en el negocio de piscicultura.

2. Preparación de un proyecto de presupuesto para el negocio de piscicultura.

## ANÁLISIS DE COMPETENCIAS

**Ocupación:** Productor Comercial de Peces

| UNIDADES | TAREAS/COMPETENCIAS |
|---|---|
| **I. Inicio del negocio** | 1. Describe el desarrollo de una empresa de piscicultura.<br>2. Analiza la viabilidad económica de la empresa de piscicultura.<br>3. Describe la política gubernamental establecida para regir la empresa de piscicultura.<br>4. Describe el proyecto de presupuesto para el desarrollo de la empresa de piscicultura. |
| **II. Establecimiento de la empresa** | 1. Selecciona el terreno para establecer la empresa de piscicultura.<br>2. Describe las características de las fuentes de agua que se utilizarán en el desarrollo de la empresa de piscicultura.<br>3. Analiza los factores que se han de considerar en la construcción de las charcas.<br>4. Analiza la alternativa de acondicionar las charcas hechas. |
| **III. Manejo de la empresa** | 1. Describe el proceso de la siembra de peces.<br>2. Describe el método de abonamiento de la charca.<br>3. Describe el proceso del cultivo de peces. |

continuación:

| UNIDADES | TAREAS/COMPETENCIAS |
|---|---|
| | 4. Describe la forma de seleccionar y producir las semillas. |
| | 5. Describe los tipos de alimentación de los peces. |
| | 6. Confecciona los alimentos artificiales para el cultivo de peces. |
| | 7. Empaca y transporta los peces vivos. |
| | 8. Describe las enfermedades que pueden afectar a los peces y la manera de controlarlas. |
| IV. Cosecha de peces | 1. Describe los métodos que se recomiendan para cosechar peces. |
| | 2. Determina la época propicia para llevar a cabo la cosecha de peces. |
| V. Administración del negocio | 1. Demuestra la forma de llevar los registros de gastos. |
| | 2. Demuestra la forma de llevar los registros de ingresos. |

## CRITERIOS DE EVALUACIÓN

PRIMERA UNIDAD: Inicio del negocio

Competencia 1: Describe el desarrollo de una empresa de piscicultura.

Evaluación escrita

1. Describe la historia de la producción comercial de peces (piscicultura) en Puerto Rico.

2. Define los términos relacionados con la empresa de piscicultura.

3. ¿Cuáles son las ventajas del desarrollo de la piscicultura en Puerto Rico? ¿Cuáles son las ventajas o dificultades que se pueden encontrar en la misma?

Competencia 2: Analiza la viabilidad económica de la empresa de piscicultura.

Evaluación escrita

1. Menciona las perspectivas económicas de la producción comercial de peces en Puerto Rico.

2. Describe las características y los tipos de peces que pueden sembrarse en Puerto Rico.

3. ¿Cuáles son los lugares más adecuados para el cultivo de peces en Puerto Rico?

4. Analiza la viabilidad económica de la producción comercial de peces en Puerto Rico.

Competencia 3: Describe la política gubernamental relacionada con la empresa de piscicultura.

Evaluación escrita

- ¿Cuáles son los servicios técnicos que ofrecen las agencias del gobierno para el desarrollo de la piscicultura?

Competencia 4: Describe el proyeto de presupuesto para el desarrollo de la empresa.

Evaluación escrita

1. Calcula el capital necesario para el desarrollo del negocio de piscicultura.

2. ¿Cuáles son los factores a considerar para el financiamiento del negocio de piscicultura?

3. ¿Cuáles son las fuentes de financiamiento para el desarrollo de la piscicultura?

SEGUNDA UNIDAD: Establecimiento de la Empresa

Competencia 1: Selecciona el terreno para establecer la empresa de piscicultura.

Evaluación escrita

- Describe las características más importantes de los terrenos para desarrollar la empresa de piscicultura.

Evaluación práctica

1. Selecciona el terreno adecuado para el desarrollo de la empresa de piscicultura.

2. Determina el área mínima para el desarrollo de la empresa de piscicultura.

Competencia 2: Describe las características de las fuentes de agua que se utilizarán en el desarrollo de la empresa de piscicultura.

Evaluación escrita

1. ¿Cuáles son las características del agua de pozos profundos para abastecer las charcas?

2. Menciona las características que debe tener el agua de los manantiales a utilizarse para abastecer las charcas.

3. Describe las características que debe reunir el agua de los ríos para abastecer las charcas.

4. ¿Cuál es el rango de pH deseable para el cultivo de peces?

5. ¿Qué se entiende por dureza del agua?

6. ¿Cómo afecta el factor físico de oxígeno disuelto en el agua al cultivo de peces?

7. ¿Cuál es la importancia del fitoplancton en el cultivo de peces?

8. ¿Cómo se puede eliminar de las charcas la contaminación de peces y larvas?

**Competencia 3:** Analiza los factores que se han de considerar en la construcción de las charcas.

1. ¿Cuáles son las especificaciones mínimas respecto al tamaño y a la profundidad de las charcas?

2. ¿Cómo podemos corregir las filtraciones en las charcas?

3. Señala los métodos que se recomiendan para controlar la vegetación en los estanques para peces.

**Competencia 4:** Analiza la alternativa de acondicionar las charcas hechas.

Evaluación escrita

- Menciona las alternativas de acondicionar las charcas hechas o construir charcas nuevas.

**TERCERA UNIDAD:** Manejo de la Empresa

**Competencia 1:** Describe el proceso de la siembra de peces.

Evaluación escrita

1. ¿Cuáles son las precauciones que se han de tomar antes de la siembra de peces?

2. Indica las distintas especies de peces que se pueden sembrar.

3. Explica los factores que determinan la cantidad de peces que se han de sembrar.

**Competencia 2:** Describe el método de abonamiento de la charca.

**Evaluación escrita**

1. ¿Por qué se recomienda el uso de abonos inorgánicos para las charcas?

2. ¿Cuáles son las ventajas y las desventajas de los abonos inorgánicos y de los abonos orgánicos en el abonamiento de las charcas?

3. ¿Cuál es la forma que más se recomienda para aplicar el abono inorgánico?

**Evaluación práctica**

1. Determina la época propicia para el abonamiento.

2. Aplica el abono orgánico a la charca.

**Competencia 3:** Describe el proceso del cultivo de peces.

**Evaluación escrita**

- ¿Cuáles son las técnicas que se recomiendan para el cultivo de peces?

**Competencia 4:** Describe la forma de seleccionar y producir las semillas para la siembra de peces.

**Evaluación escrita**

1. Indica la forma de obtener las semillas para la siembra de peces.

2. Describe la forma de reproducir las tilapias.

3. Describe la forma de reproducir los bagres de canal.

**Competencia 5:** Describe los tipos de alimentación de los peces.

**Evaluación escrita**

- Describe los métodos que se recomiendan para alimentar los peces.

**Competencia 6:** Confecciona los alimentos artificiales para el cultivo de peces.

Evaluación práctica

1. Determina la cantidad de alimento que se ha de confeccionar.

2. Confecciona los alimentos artificiales para peces.

**Competencia 7:** Empaca y transporta los peces vivos.

Evaluación Escrita

1. ¿Cuáles son los medios que se utilizan para transportar peces vivos?

2. ¿Cuáles son los pasos que se siguen al manejar y transportar los peces vivos?

Evaluación práctica

- Demuestra la manera de empacar y transportar peces vivos.

**Competencia 8:** Describe las enfermedades que pueden afectar a los peces y la manera de controlarlas.

Evaluación escrita

1. ¿Cuáles son las enfermedades que pueden afectar a los peces? ¿Cómo éstas pueden ser controladas?

Evaluación práctica

1. Diagnostica la enfermedad presente.

2. Administra los antibióticos adecuados a los peces enfermos.

**CUARTA UNIDAD: Cosecha de Peces**

**Competencia 1:** Describe los métodos que se recomiendan para cosechar peces.

Evaluación escrita

- Menciona y describe los métodos que se recomiendan para cosechar peces.

Competencia 2: Determina la época propicia para llevar a cabo la cosecha de peces

Evaluación escrita

1. Indica las precauciones que se han de tomar antes de la cosecha de los peces.

2. Menciona el equipo necesario para la cosecha de los peces.

3. ¿Cómo se determina el periodo de cosecha de los peces?

4. ¿Cuáles son los métodos de promoción y mercadeo recomendados?

Evaluación práctica

- Demuestra la forma correcta de cosechar los peces.

**QUINTA UNIDAD: Administración del Negocio**

Competencia 1 y 2: Demuestra la forma de llevar los registros de gastos e ingresos del negocio.

Evaluación escrita

1. Indica que renglones se deben incluir en un registro de gastos del negocio.

2. Indica como se calcula el márgen de ganancias.

Evaluación práctica

1. Prepara un registro de gastos.

2. Prepara un registro de ingresos.

# APÉNDICES

## PRODUCCION COMERCIAL DE PECES

La piscicultura es en la actualidad una fuente importante de producción de alimentos para satisfacer la creciente demanda mundial de proteínas. En muchos países, especialmente en aquellos que se hallan en vías de desarrollo se están llevando a cabo proyectos de acuicultura. Sin embargo, en muchos casos, el principal obstáculo que enfrentan para el éxito de estas industrias es la falta de conocimientos de los principios básicos y de las habilidades técnicas necesarias.

En Puerto Rico, las pesquerías se limitan a la pesca artesanal o de subsistencia, lo cual suple solamente el 27 por ciento del total de mariscos frescos que se consumen. Ello es debido a que los métodos tradicionales que se emplean no son suficientes para satisfacer la demanda local del producto. Por consiguiente, es necesario buscar alternativas nuevas que ayuden a mantener o aumentar la producción pesquera del país. Una de estas alternativas sería el desarrollar una flota pesquera comercial con barcos capaces de navegar distancias considerables, en busca de mejores áreas de pesca en aguas internacionales o de otros países, si estos últimos hacen una concesión que les permita pescar en sus aguas. Ello requeriría el tener que competir con flotas altamente sofisticadas y cuyas tripulaciones están integradas por descendientes de pescadores que poseen una vasta experiencia en la técnica de la pesca masiva.

Entre los factores que obstaculizan el establecimiento de las pesquerías marinas está la renuencia de algunos países a permitir en sus aguas flotas pesqueras extranjeras. Los límites marinos se hacen cada vez más extensos, lo que disminuye la oportunidad de otros países para pescar en esas aguas. El costo altísimo y la escasez del combustible presenta otro factor limitante para adaptar nuevas alternativas de producción altamente energéticas, como lo son las pesquerías marinas. En resumidas cuentas, esta es una industria que resulta costosa en términos de su implantación, funcionamiento y mantenimiento.

Otra alternativa para el fomento y desarrollo de una industria pesquera saludable lo es la acuicultura. Esta última consiste en el cultivo intensivo o semiintensivo de organismos acuáticos, bajo condiciones total o parcialmente controladas por el hombre. La fase más conocida de la acuicultura es la piscicultura o cultivo de peces, la cual se remonta a más de 2,000 años y que en la actualidad está tomando auge en distintas partes del mundo tales como Israel, México, el Sur de los Estados Unidos, y otros países en desarrollo.

La piscicultura permitirá la producción intensiva de peces en el interior de la Isla, en terrenos no apropiados para la agricultura. Si se emplean técnicas de cultivo intensivo, se puede aumentar la producción de

peces en charcas artificiales desde 200 a 6,000 libras por acre por año. Esto le provee un ingreso extra al agricultor, además de un producto fresco para su mesa, bajo en colesterol y rico en proteínas.

No siempre los peces alcanzan los precios más altos en el mercado. Así pues, los mariscos, tales como las langostas, langostinos, camarones, almejas, etc., que por tener más alta demanda, sabor exquisito y relativamente poca abundancia, resultan más costosos. La viabilidad económica de estos cultivos se ve altamente influenciada por la disponibilidad de una tecnología apropiada, el costo de la mano de obra, el alimento, la existencia de personal técnico capacitado y otros problemas socioeconómicos. Por consiguiente, la piscicultura presenta una serie de alternativas de fácil alcance y poca inversión para el mejoramiento de la industria pesquera.

En Puerto Rico se cuenta con la tecnología y el personal técnico científico capacitado para desarrollar una piscicultura tropical intensiva. A través de los estudios realizados por especialistas en el campo, se ha demostrado la viabilidad de los cultivos de peces en fincas rurales de pequeña escala, cuyos terrenos no son recomendados para la agricultura por el exceso de humedad, por ser salobres, impermeables o estériles. Se cuenta con más de 6,000 acres de charcas artificiales que, en su mayoría, pueden ser acondicionadas para la piscicultura, teniendo un potencial de producción de más de 40 millones de libras de pescado por año (18,143 toneladas métricas). Esto equivaldría a siete veces la producción de las pesquerías que funcionan en la actualidad.

## DEFINICIÓN DE TÉRMINOS RELACIONADOS

1. Sifón - Canal cerrado o tubo encorvado que sirve para sacar el agua, haciéndola pasar por un punto superior á su nivel (Figura 1).

2. Acuicultura - Cultivo intensivo y semiintensivo de organismos acuáticos bajo condiciones controladas total o parcialmente por el hombre. Incluye toda clase de mariscos, tales como langostas, langostinos, camarones, mejillones, almejas, ostras, etc. y otros crustáceos. Las técnicas de cultivo se han extendido en algunos países a las tortugas, las ranas y los cocodrilos, con lo que ha surgido la acuicultura como una biotecnia interdisciplinaria. Abarca áreas específicas de biología, zoología, ecología, química de suelos y aguas, patología y terapéutica, etc.

3. Piscicultura - Es la rama de la acuicultura que tiene que ver con la crianza de peces bajo condiciones controladas parcial o totalmente por el hombre. Los cultivos pueden ser intensivos o no intensivos. Cuanto más intensivos sean, más completo nutricionalmente debe ser el alimento. La producción a obtenerse dependerá grandemente del uso correcto de las técnicas de manejo. Entre éstas podemos mencionar el uso de variedades más deseables y de mejores características para el cultivo, el control sobre la calidad del agua, el uso de densidades óptimas de siembra, eliminación de enfermedades, parásitos y otros organismos (animales y vegetales) no deseados en los cultivos, la selección de los alimentos más apropiados, y muchas otras más. Entre los grupos de peces cultivados comercial o semicomercialmente se encuentran los siguientes:

   a. Tilapias

      - Azul - Tilapia aurea
      - De Zanzibar - Tilapia honorum
      - De Mozambique - Tilapia mossambica
      - Del Congo - Tilapia vendalli
      - Del Nilo - Tilapia nilotica

   b. Bagres

      - Casabe bagre - Chloroscombrus chrysurus

   c. Carpas - Cyprinidae

d. Jareas - Mugil cunema

4. Canal de derivación - Es el canal que se construye para suplir el agua a la (s) charca (s), ya sea de una quebrada, arroyo o río.

5. Braza- La braza española es una medida de longitud que equivale a 5.4 pies o 1.618 metros, y la inglesa, que equivale a 1.8288 metros o 5.99 (6 pies).

6. CODREMAR - Siglas que corresponden a la Corporación para el Desarrollo de los Recursos Marinos, Lacustres y Fluviales de Puerto Rico. Es una corporación adscrita al Departamento de Recursos Naturales.

7. Estuario - La parte inferior de un río, generalmente protegida, en donde el agua dulce se mezcla con la salada. Los estuarios se caracterizan por sus constantes variaciones en la salinidad.

8. Mangle - Nombre común que se da a varios arbustos tropicales que crecen en algunos márgenes de litoral marino y que, generalmente, son los componentes principales del ecosistema del manglar. La diversidad de especies de mangle es alta en muchas regiones del mundo, sin embargo, en Puerto Rico sólo existen cuatro especies, a saber:

   a. Mangle rojo (Rhizophora mangle) - Tiene raíces de sostén y posee lenticelas; las semillas germinadas (plántulas) son colgantes, de color verde o pardas; el tono de color bajo la corteza del árbol va de rosa a bastante rojo; la parte inferior de la hoja tiene pequeños puntos de color verde profundo.

   b. Mangle negro (Avicennia germinans) - Posee forma puntiaguda con la parte inferior blanca y, usualmente, con granos de sal; su tronco es de color obscuro; su característica más sobresaliente es la posesión de neumatóforos.

   c. Mangle blanco (Laguncularia reumosa) - Se distingue porque tiene dos pequeñas glándulas anaranjadas o rojizas en la base de la hoja; sus hojas son ovaladas y posee neumatóforos, pero menos numerosos que en el mangle negro.

   d. Mangle de botón - Posee pequeñas frutas en forma de conos redondos de color púrpura o marrón; se puede encontrar en la parte más alta y arenosa del manglar.

9. Veda - Espacio de tiempo en que se prohíbe la pesca y la caza.

10. Zona de conservación - Distancia hasta 200 millas a partir de la línea de la costa de los Estados Unidos de América, Puerto Rico, Islas

Vírgenes y cualquier otro territorio norteamericano reservado para la pesca prioritaria de sus ciudadanos.

11. Gónada - Órgano reproductor; incluye tanto los ovarios como los testículos.

12. Ecología - Es la rama de la Biología que estudia la relación existente entre los organismos vivientes y su ambiente.

13. Plataforma insular - Parte sumergida de una isla desde cuyo borde hay una caída abrupta en la profundidad. En el caso de Puerto Rico se considera la plataforma a todo el lecho marino entre la costa y la línea de las 100 brazas (183 M).

14. Alevinos - Pescado menudo que se echa en los ríos o estanques para poblarlos.

15. Monje - Es una estructura cuadrada de aproximadamente 2 pies por 2 pies, construída en el estanque al pie del declive del dique y junto a la línea de conducción de desagüe. Tres de las paredes del monje están construidas de concreto. La cuarta es un lado abierto, cerrado por dos tablas de madera removibles o compuertas para regular el nivel del agua, las cuales están insertadas en unas ranuras provistas para este propósito en los lados internos de las dos paredes laterales opuestas. Contiene, además, un par de ranuras adicionales paralelas a la primera, que sirven para insertar una reja o, preferiblemente, un tamiz removible o filtro que sirve para evitar el escape de los peces mientras se drena el estanque. El espacio entre las dos tablas se puede llenar con arcilla impermeable o aserrín para tapar cualquier fuga de agua. Esto se realiza principalmente en estanques profundos donde la presión del agua cerca del fondo es relativamente alta. Los estanques profundos por lo general se drenan sólo una vez al año.

NOTA: Recientemente se han hecho algunas modificaciones al monje. Nuevos materiales, tales como el plástico, se han utilizado tanto para las paredes como para las tablas de la compuerta. (Figuras 2 y 3)

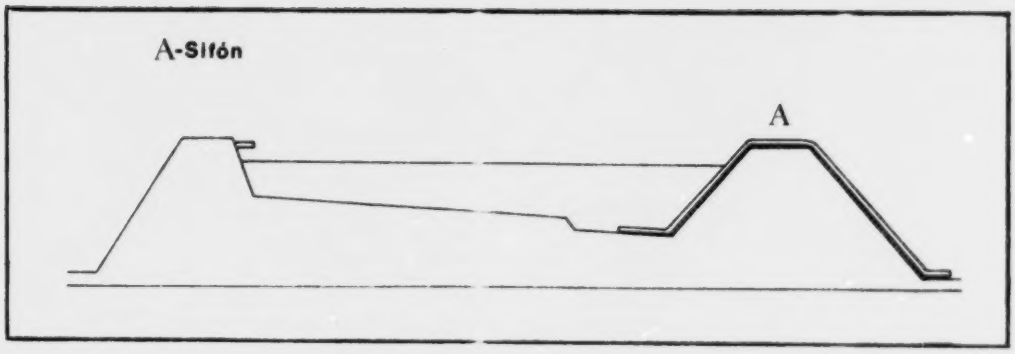



Figura 1

Representación transversal de una charca para demostrar una estructura de vaciado: El Sifón

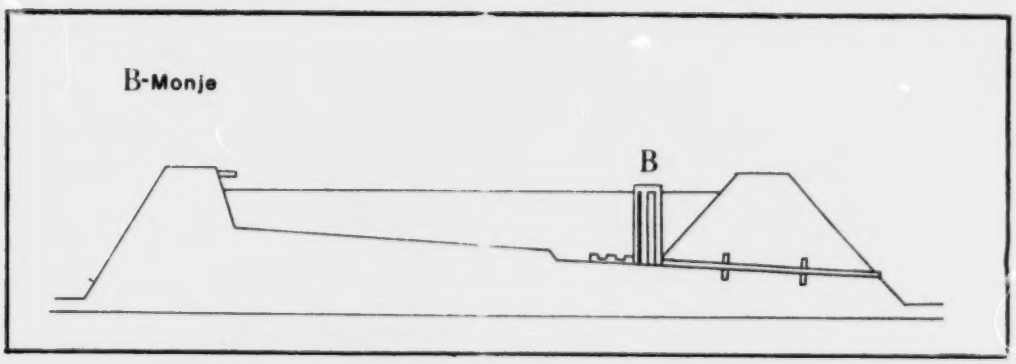



Figura 2

Representación transversal de una charca para demostrar el Monje, o estructura de vaciado.

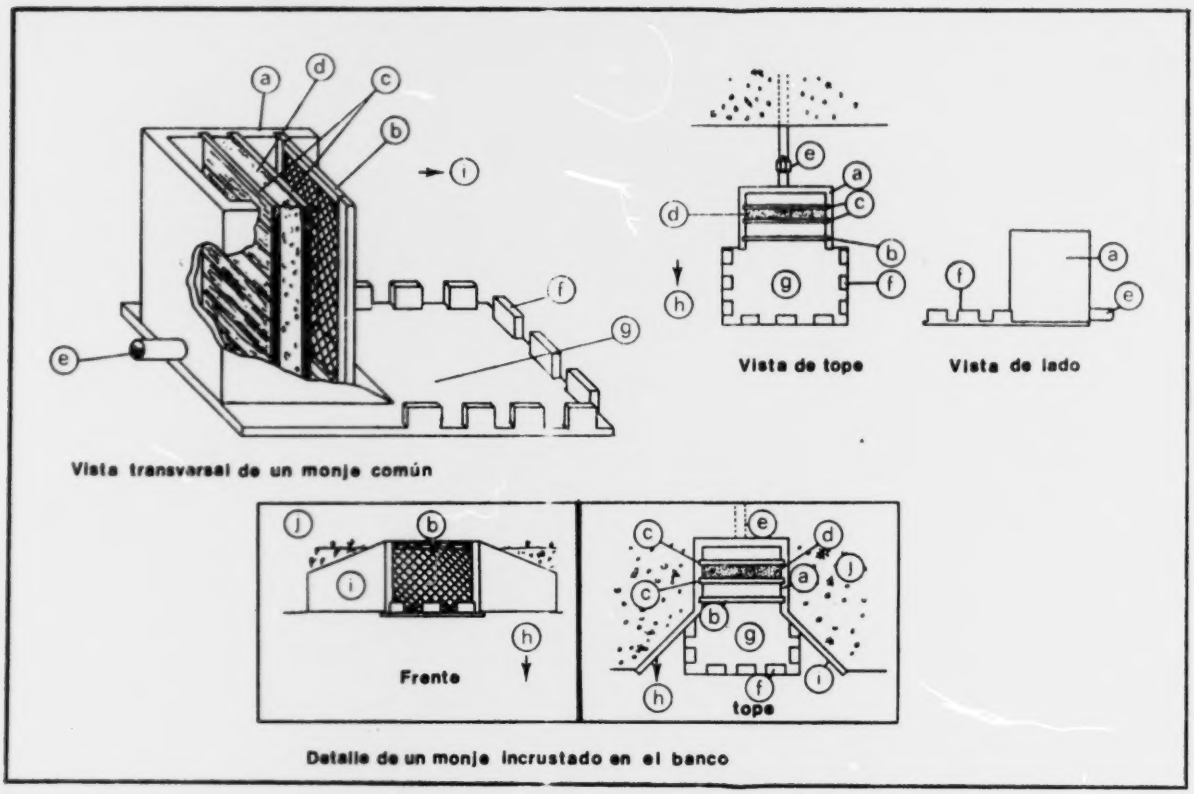



Figura 3

Diseño general para construir dos tipos de monje

a. Caja de concreto
b. Tamiz removible o filtro
c. Tablas removibles o compuerta para regular el nivel del agua
d. Arcilla impermeable
e. Tubo de vaciado
f. Pestañas para aguantar la arcilla
g. Plataforma de concreto
h. Lado del monje que queda dentro del agua
i. Aletas de hormigón para evitar la erosión del banco de la charca en los monjes incrustados
j. Banco de la charca

Otras estructuras de vaciado corrientemente utilizadas son el tubo giratorio interno y el tubo giratorio externo (Figura 4).

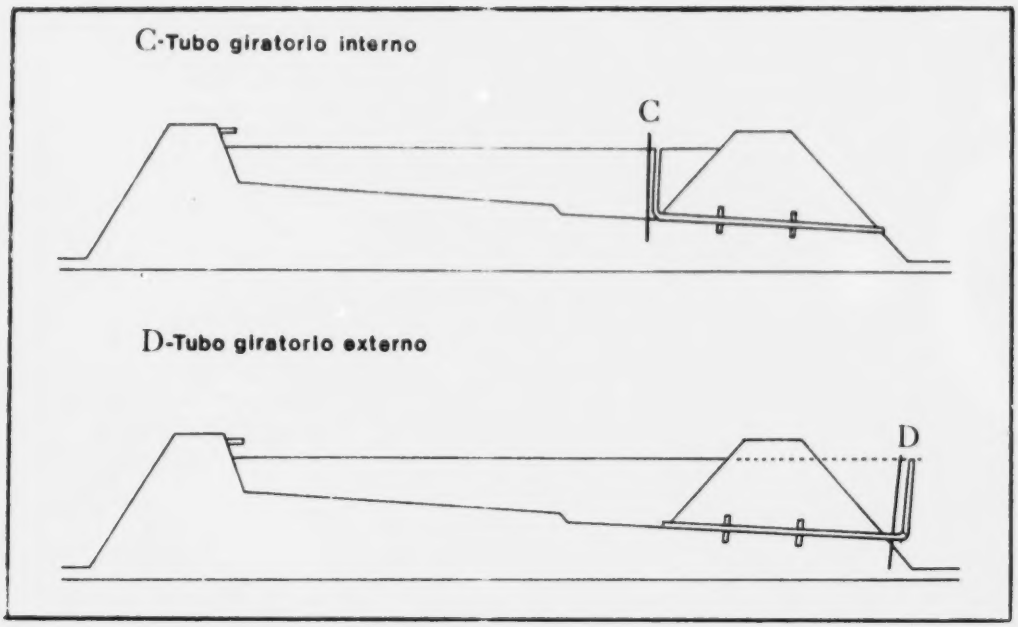



Figura 4

Tubo giratorio interno y tubo giratorio externo

## VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL DESARROLLO DE LA PISCICULTURA EN PUERTO RICO

Ventajas - La tilapia se cultiva en charcas, jaulas y canalitas (raceways). De todas, la charca es el medio más popular para los cultivos de peces. En Puerto Rico son varios los factores que favorecen la crianza de peces en charcas, a saber:

1. La tilapia necesita aguas cálidas para crecer y sobrevivir, y una temperatura entre los 88 y 90°F. Por fortuna, las temperaturas anuales en Puerto Rico fluctúan entre aquellas consideradas óptimas para este tipo de cultivo.

2. El clima tropical provee una mayor producción anual y una devolución más rápida de la inversión inicial al compararse con otros lugares que no poseen estas condiciones.

3. Una charca es una reserva de agua utilizable para otros menesteres agrícolas, tales como:

   a. abrevadero de animales
   b. regadío
   c. extinción de incendios
   d. limpieza de corrales
   e. recreación

Desventajas - Puerto Rico tiene el potencial para un desarrollo exitoso del cultivo de la tilapia. Sin embargo, son varias las dificultades o desventajas que se pueden encontrar, a saber:

1. El mercado, la transportación y el procesamiento son inseguros.

2. La falta de experiencia de las personas que han de desarrollar el proyecto.

3. Es un tipo de cultivo que envuelve gastos iniciales altos, tales como el capital o los costos operacionales. En estos últimos, el gasto mayor lo constituyen el alimento y los alevinos.

# PERSPECTIVAS ECONÓMICAS DE LA PRODUCCIÓN COMERCIAL DE PECES EN PUERTO RICO

La pesca en nuestras aguas no es suficiente como para equiparar la amplia demanda de productos pesqueros, los cuales, en su mayoría, provienen del exterior, ya sea congelados, ahumados, salados o enlatados. De establecerse en Puerto Rico un cultivo más intensivo de peces, se contaría con una fuente de pescado fresco, se lograría un ingreso adicional en la finca, y se reducirían las importaciones del producto pesquero, mejorando así la economía.

En Puerto Rico se han construido muchas charcas pequeñas que, en su mayoría, son apropiadas para la piscicultura. También hay terrenos idóneos para la construcción de charcas piscícolas.

La demanda por productos del mar excede las 466 millones de libras por año. De este total, sólo 25 millones de libras corresponden a pescado fresco y, de éstos, sólo el 30% se pesca en la plataforma insular. El resto del producto es importado de otros países y de los Estados Unidos de Norteamérica.

Un mayor esfuerzo pesquero en las aguas costaneras podría traer un agotamiento a los abastos naturales existentes. Esta es una de las razones por las cuales la piscicultura en Puerto Rico tiene grandes posibilidades como complemento de las pesquerías marinas.

Otro factor que favorece el desarrollo de la piscicultura en el nivel local es la localización de Puerto Rico en un área tropical. Las especies de agua templada, tales como la tilapia, el bagre y muchas otras, se pueden cultivar en estanques de tierra hasta alcanzar, en menos de un año, un tamaño comercial. En experimentos llevados a cabo por el Colegio de Ciencias Marinas, se ha comprobado que es posible producir grandes cantidades de peces en estanques pequeños. También se ha demostrado que esas altas producciones se pueden incrementar aun más mediante el uso de cosechas múltiples de híbridos de tilapia en los policultivos de éstos con el bagre de canal. La diferencia favorable en la producción por unidad de superficie por año, los precios y la demanda alta por productos pesqueros en Puerto Rico, podrían determinar el éxito económico de la piscicultura rural.

Asimismo, al crearse nuevas oportunidades de empleo, aumentarse la producción pesquera, obtenerse un mejor uso de las tierras pesqueras y reducirse las importaciones, se estaría contribuyendo grandemente al balance de la economía del país.

Apéndice 5

## CARACTERÍSTICAS Y TIPOS DE PECES

El cultivo de peces para el consumo humano requiere de una selección cuidadosa de las especies. Es decir, los peces a usarse con este propósito deberán mostrar las siguientes características:

1. Crecer rápidamente.
2. Convertir en carne de pescado el alimento artificial que se les provee.
3. Producir buena carne y tener la menor cantidad de espinas posible.
4. La tecnología de reproducción y el cultivo deben ser simples.
5. No deben ser susceptibles a parásitos y enfermedades.
6. Ser tolerantes a las variaciones químicas y físicas del agua, tales como temperatura, pH, oxígeno disuelto, dureza, etc.
7. Poder permanecer fuera del agua por algún tiempo sin morirse o afectarse.

Los peces herbívoros son los mejores convertidores de alimento en pescado. Los peces omnívoros, que pueden ingerir materia vegetal y animal, son, algunos de ellos, aceptables para el cultivo. Los peces carnívoros, que se alimentan exclusivamente de carne, son los menos deseados para cultivo, ya que las conversiones de alimento a pescado no son tan excelentes como en el caso de los herbívoros y omnívoros. Una dieta artificial manufacturada para este tipo de peces es costosa ya que requiere un alto contenido de proteína animal.

Entre los grupos de peces cultivados comercial o semicomercialmente se encuentran las tilapias, los bagres de canal, las carpas y las jareas.

Apéndice 6

## SELECCIÓN DEL LUGAR ADECUADO PARA EL CULTIVO DE PECES EN PUERTO RICO

El uso de charcas artificiales es una de las técnicas más comunes en el cultivo de peces. Si el agricultor desea construir una charca artificial en su finca, debe consultar al Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos. Esta agencia se encarga de proveer la asistencia técnica necesaria para la selección del lugar más apropiado, y de indicar las especificaciones para la construcción de la charca.

Una de las ventajas del cultivo de peces sobre los cultivos agrícolas convencionales, es la posibilidad de que el agricultor pueda utilizar tierras que no sirven para el arado y, también, el agua que no es adecuada para riego.

El suelo más conveniente para la construcción de una charca es el de barro, ya que, por su impermeabilidad, la filtración es baja. En los suelos arenosos, en cambio, la filtración es, por lo general, muy alta, alcanzando hasta 10 cm/día o más. En los suelos de barro, en uno o dos años la filtración cae a una tasa aceptable de 1-2 cm/día, debido a que la materia orgánica producida en la charca va bloqueando los poros intersticiales. Este proceso de bloquear los poros se puede acelerar si se esparce abono de ganado (estiércol) en la charca antes de llenarla de agua.

Los suelos rocosos y de piedra arenisca no son adecuados para la construcción de las charcas. Las fisuras en las rocas, los espacios entre los guijarros y las piedras areniscas son demasiado amplios para ser bloqueados por materia orgánica.

Las áreas con un nivel freático alto, tales como las zonas de mareas y pantanos, pueden plantear graves problemas para la construcción de estanques, a saber:

1. Usualmente son demasiado bajas para permitir un drenaje completo, como el que se requiere para el manejo adecuado de granjas de peces.

2. Se dificulta el uso del equipo tradicional para mover la tierra.

Los suelos con un pH excesivamente alto, los cuales están formados por carbonato de sodio ($Na\ CO_3$), así como los suelos ácidos, resultan dañinos para el crecimiento de los peces y de otros organismos acuáticos. Si no se corrige el pH, se puede limitar la producción o impedir por completo el cultivo de peces.

El cultivo moderno de peces es imposible si no se controla la población de peces en el estanque, para lo cual se requiere un medio de completo drenaje de la charca. El potencial de drenaje por gravedad es un factor muy importante que es preciso considerar al seleccionar el lugar para preparar la charca. Esto significa que el fondo del estanque debe hallarse en un lugar más alto que el área receptora, ya sea un río o un canal.

Los terrenos planos con un ligero declive de entre .5% - 1%, son ideales para construir los estanques para peces. El máximo declive adecuado para la construcción de los estanques para peces es de 2.5%, aproximadamente.

## VIABILIDAD ECONÓMICA DE LA PRODUCCIÓN COMERCIAL DE PECES EN PUERTO RICO

En unos experimentos efectuados por el laboratorio de Investigaciones Pesqueras en ocho estanques de arcilla localizados en diferentes fincas del oeste de Puerto Rico, cuyos tamaños fluctuaban entre las .037 y las .17 hectáreas, se evaluaron los siguientes tipos de cultivos:

1. Monocultivos de híbridos de tilapia. Aquí se utilizó una progenie monosexual masculina obtenida mediante un cruce de Tilapia nilotica hembra con Tilapia hornorum macho.

2. Monocultivo de bagre de canal (Ictalurus punctatus).

3. Policultivo - En este caso se utilizó el bagre de canal Ictalurus punctatus y los híbridos de tilapia.

El producto obtenido como resultado de estos experimentos fue procesado y vendido al por mayor a una cadena de supermercados locales a $1.95 el kilogramo (2.2 lbs.). El tipo de cultivo menos atractivo económicamente fue el monocultivo de bagre de canal.

Se recuperó la inversión en un tiempo promedio de 4 años (40% anual) para el monocultivo de bagres, 2.46 años (53% anual) para los policultivos, y .81 (14% anual) para los monocultivos de híbridos de tilapia. La ganancia neta máxima fue de $7,637.08 (policultivos) y la mínima de $4,219.40 (monocultivo de bagre del canal).

La operación menos rentable, como se puede apreciar por los datos ofrecidos, fue la del monocultivo del bagre. Esto se debió al alto por ciento que se perdió durante la fase de procesado de esta especie (35%). Por esta razón, los monocultivos de bagre no se recomiendan para este nivel rural, ya que es evidente que los policultivos y los monocultivos de tilapia híbrida dan mejor rendimiento. Además, en términos de manejo, los monocultivos de híbridos de tilapia presentan algunas ventajas debido a que la especie tolera mejor las condiciones de baja calidad del agua, previniendo pérdidas por mortalidad de peces.

El estudio económico realizado demuestra la viabilidad y la gran deseabilidad del cultivo de peces en fincas pequeñas en Puerto Rico. Asimismo, todas las técnicas de cultivo de los policultivos y monocultivos demostrados caen dentro de un margen de deseabilidad económica.

## SERVICIOS TÉCNICOS QUE OFRECE EL GOBIERNO PARA EL DESARROLLO DE LA PISCICULTURA

### Oceanografía

El Programa Oceanográfico del Departamento de Recursos Naturales dispone del equipo necesario para estudiar las corrientes marinas, el fondo del mar, la salinidad, la temperatura y las características del agua del mar, las poblaciones de peces, los arrecifes y los manglares. En la embarcación "Jean A", la cual utilizan los oceanógrafos de esta agencia para examinar las aguas circundantes de Puerto Rico, se han llevado a cabo estudios relacionados con las corrientes marinas, la calidad y la composición biológica de las aguas que circundan las islas de Mona y Vieques.

Actualmente, en colaboración con la División de Geología del Servicio Geológico de Estados Unidos, el grupo oceanográfico estudia la ecología, la geología y la oceanografía de la plataforma insular, así como las lagunas de agua salada, los estuarios y los manglares de Puerto Rico.

También analiza rutinariamente el contenido de oxígeno, la salinidad, la clorofila y los nutrimentos de las lagunas que se hallan en el área metropolitana y en las lagunas de los manglares de la costa de Ceiba. También analiza la contribución de dichos sistemas a los estuarios y los arrecifes de corales. En el área de La Parguera, por ejemplo, el grupo está llevando a cabo un estudio de los arrecifes de coral, con el propósito de determinar su capacidad de recuperación frente al depósito de sedimentos y otros efectos ambientales. En la isla de Mona mantiene observaciones de las tortugas, los cangrejos y otras comunidades marinas durante las distintas etapas de sus ciclos de vida. De estos estudios, el Departamento de Recursos Naturales obtiene información en la cual basa su política pública y las estrategias para manejar los sistemas naturales.

### Limnología

El estudio de los lagos, ríos y sistemas de agua fresca corresponde al campo de la limnología. El Departamento de Recursos Naturales estudia los lagos de Puerto Rico, con miras a mejorar nuestra habilidad para incrementar y manejar la poblaciones de peces que allí habitan. Actualmente está llevando a cabo estudios en los lagos de Toa Vaca, Loíza, Guajataca y Dos Bocas, en los que se analiza la calidad del agua, la abundancia de peces, sus especies y tamaños, y la presión que la actividad de pesca ejerce sobre cada población. También se está llevando a cabo un estudio en la Laguna Tortuguero, en coordinación con la División de Hidrología del Servicio Geológico de Estados Unidos.

**Corporación para el Desarrollo y Administración de los Recursos Marinos, Lacustres y Fluviales de Puerto Rico (CODREMAR).**

Esta agencia fue creada por virtud de la Ley No. 82, del 7 de julio de 1979. La misma está afiliada al Departamento de Recursos Naturales de Puerto Rico, y sus metas principales son mejorar y desarrollar programas efectivos para la administración, conservación y explotación de nuestros recursos acuáticos.

¿Qué está haciendo CODREMAR para estimular el desarrollo de la acuicultura en Puerto Rico?

CODREMAR es la agencia designada por el gobierno de Puerto Rico para desarrollar la acuicultura en la Isla. Por esta razón, se encarga de coordinar las actividades con el sector público y privado, a fin de obtener ayuda legal, desarrollar métodos de cultivo, establecer un sistema de extensión de acuicultura y un sistema para el otorgamiento de permisos sencillos.

**Financiamiento**

Para establecer programas de acuicultura en grande escala, CODREMAR considerará y evaluará cada solicitud de ayuda de acuerdo con sus méritos.

**Laboratorio de investigación**

Una de las fases más importantes de CODREMAR es el laboratorio de Investigación Pesquera, localizado en Cabo Rojo.

Actualmente, el laboratorio se dedica a realizar exploraciones pesqueras, estadísticas y estudios acerca de la población pesquera, y proyectos relacionados con la acuicultura y la piscicultura. El laboratorio dispone del espacio necesario para la investigación y posee los tanques de agua salada con sistema de circulación.

**Factores que favorecen los proyectos de acuicultura en Puerto Rico**

Por ser Puerto Rico una isla tropical con una temperatura promedio anual de 77.0 - 87.8° F. (25-31°C), se pueden desarrollar proyectos con especies de agua cálida. La disponibilidad de tierra y agua, los medios de transportación y comunicación adecuados, y la mano de obra disponible con salarios aceptables son otros factores que contribuyen al desarrollo de la acuicultura en Puerto Rico.

Especies de peces y mariscos con potencial inmediato en Puerto Rico

- Tilapia (Tilapia spp)
- Bagre de canal
- Ostras, almejas
- Camarones
- Langostas
- Barbú moteado (Ictalurus punctatus)
- Carpas

Apêndice 9

## CAPITAL NECESARIO PARA EL DESARROLLO DEL NEGOCIO DE PISCICULTURA

Para establecer una finca con el propósito de cultivar tilapias, se deben evaluar varios lugares que resulten adecuados para construir la charca, las fuentes de agua, los terrenos y el potencial de mercadeo. Luego, es necesario examinar el provecho de la operación propuesta.

A continuación se presenta una lista de los gastos a incurrirse en la mayoría de las operaciones de este tipo:

Costos de Capital

1. Tierra
2. Construcción de las charcas
3. Desagüe (tubos, válvulas y uniones)
4. Fuentes de agua
5. Edificios (almacén y servicios)
6. Camiones
7. Tanques para almacenar los peces y los aereadores
8. Equipo para alimentos
9. Tractor
10. Podador
11. Metro de oxígeno
12. Chinchorro
13. Balayos
14. Envases
15. Equipo misceláneo
16. Impuestos y seguros

**Costos operacionales**

1. Alimento
2. Alevinos
3. Electricidad
4. Combustible
5. Agua (dependiendo de la fuente a usarse)
6. Seguro
7. Mantenimiento y operaciones
8. Transportación
9. Trabajo en el periodo de cosecha
10. Trabajo diario
11. Costos misceláneos
12. Intereses del capital operacional

## FACTORES A CONSIDERAR PARA EL FUNCIONAMIENTO DEL NEGOCIO DE PISCICULTURA

El costo de los terrenos es uno de los factores que se han de considerar al establecer un negocio de piscicultura. El mismo se debe calcular tomando en cuenta los precios actuales de las tierras circundantes.

El equipo es otro factor importante en un negocio de este tipo, a saber:

1. Red de arrastre de 66 metros
2. Equipo portátil de medir oxígeno y pH
3. Canastas plásticas
4. Mesa de procesar el pescado
5. Cuchillas
6. Escamadores
7. Neveras de poliuretano y demás equipo necesario

### Costos de construcción

Los costos de construcción se calculan de acuerdo con los materiales y la mano de obra disponibles. En algunos casos se pueden incluir gastos de modificación, la construcción de un monje en concreto o la instalación de tubos de cloruro de polivinilo (P.V.C.) en forma de L para desagüe. Los costos de construcción son variables, y dependerán de muchos factores, tales como si el contratista es dueño del equipo, el tipo de contrato, la pendiente del terreno, la distancia de las ciudades más importantes, el tipo de los estanques, etc.

### Almacenaje, electricidad y agua

Se deben considerar los costos por almacenaje, aunque se utilicen facilidades previamente existentes. Los cargos se harán a base de los costos mínimos en que se incurriría para construir dichas facilidades. Otros costos que se deben incluir en este renglón son la electricidad, el agua, los tractores, el corte de los bancos, etc.

**Alimento**

El alimento artificial para tilapias tiene un costo aproximado de cincuenta centavos por kilogramo.

**Alevinos**

El costo de los alevinos depende de la especie que se vaya a sembrar.

**Recolección de la cosecha y procesado**

**Depreciación de las facilidades, intereses e impuestos**

Se estima que el periodo de vida utilizable de un estanque es de 20 años. El equipo y las facilidades se depreciarán a base de una espectativa de duración de 5 años. Al capital de operación se le puede asignar un capital de operación de 8%. También se le debe añadir un cargo de 20% de impuesto.

## FUENTES DE FINANCIAMIENTO DISPONIBLES PARA EL DESARROLLO DE LA PISCICULTURA

1. CODREMAR (Corporación para el Desarrollo y Administración de los Recursos Marinos, Lacustres y Fluviales de Puerto Rico)
2. Corporación de Crédito Agrícola
3. Farmers Home Administration (FMHA)
4. Federal Land Bank
5. Programa de Investigación y Desarrollo Pesquero de la Ley 88-309
6. Departamento de Comercio de los Estados Unidos
7. Servicio Nacional de Pesquerías Marinas

## RELACIÓN DE COSTOS
## MONOCULTIVOS Y POLICULTIVOS

I. Costos de capital

(Nota 1)

A. Tierra

1. Propia
2. Arrendada

B. Construcción de charcas

1. Bancos de tierra
2. Tubería para carga y drenaje
3. Estructuras de hormigón

C. Construcción del pozo
D. Equipo

(Nota 2)

E. Facilidades (edificios de servicios, almacén, etc.)

II. Costo Fijo

(Nota 3)

A. Depreciación de la charca
B. Depreciación del equipo y las facilidades
C. Interés sobre la inversión
D. Contribuciones (que no sean sobre ingresos)

III. Costo de operación variables o anuales

A. Alimento
B. Abono
C. Alevinos
D. Químicos (para el control de enfermedades, pesticidas, etc.)
E. Servicios públicos (electricidad, agua, etc.)
F. Mano de Obra

G. Transportación
H. Bombeo (Diesel o eléctrico)
I. Mantenimiento y reparaciones

1. Reparaciones al drenaje
2. Poda
3. Limpieza del fondo de la charca
4. Reparación de los bancos de tierra
5. Misceláneos

J. Combustible
K. Rentas (Renta de tierra por año, arrendamiento anual pagado por la tierra)
L. Teléfono, correos, etc. (comunicaciones)
M. Costo del agua
N. Intereses sobre el capital de operaciones (8%)
Ñ. Procesamiento y mercadeo
O. Efectos misceláneos

Nota 1: Incluye inversión de capital, costo fijo y costo inicial.
Nota 2: Incluye bote, motor, redes, aereadores, agitadores, camiones procesamiento técnico, etc.
Nota 3: Depreciación a las tazas correspondientes por año.

Apéndice 13

## CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO PARA EL CULTIVO COMERCIAL DE PECES

1. El suelo debe ser lo suficientemente impermeable como para retener el agua. No se recomienda la construcción de charcas en terrenos arenosos, de alto contenido orgánico (30% ó más) o de un alto contenido rocoso o cascajoso, ya que estos tipos de suelos proporcionan el escape de agua de la charca, creando problemas muchas veces irreparables. Las charcas se deben excavar en áreas llanas, utilizando un pozo como fuente de agua. También se pueden construir en los montes, para lo cual se cavan diques en las laderas del monte y se almacena el agua de escorrentía, formando así una charca.

2. El sitio donde se va a construir la charca debe escogerse cuidadosamente, evitañdose el uso de terrenos inundables y el cauce de los ríos y de quebradas que aumentan grandemente su caudal con las lluvias. Si fuera necesario el construir cerca del cauce del río o quebradas, se deberá hacer un canal de derivación para desviar hacia los estanques, evitando que en épocas de lluvias torrenciales e inundaciones se afecten los bancos y demás estructuras de la charca, e inclusive que se pierda el cultivo. (Véase la Figura 5.)

3. El uso de terrenos cenagosos o pantanosos no es del todo recomendable debido a que es muy difícil trabajarlos y, generalmente, poseen altos contenidos de compuestos de azufres que son nocivos a los peces y le imparten un pH bajo al agua. Este tipo de terreno tiene un drenaje pobre, por lo que se dificulta el vaciado de las charcas. También puede ocurrir que el nivel freático en la época de lluvias suba sobre el nivel del suelo o fondo de la charca, manteniéndola siempre inundada. Estas áreas suelen ser demasiado bajas para permitir un drenaje completo. Esto dificulta el uso del equipo tradicional para mover la tierra.

4. La fuente del agua debe ser de buen volumen y proveer agua de buena calidad durante todo el año. Es importante que el agua no esté contaminada con pesticidas o con otros compuestos químicos utilizados comúnmente para la agricultura o para otros usos domésticos.

5. La mejor área para la construcción de charcas es el terreno plano o con un declive ligero entre 1/2 - 1%.

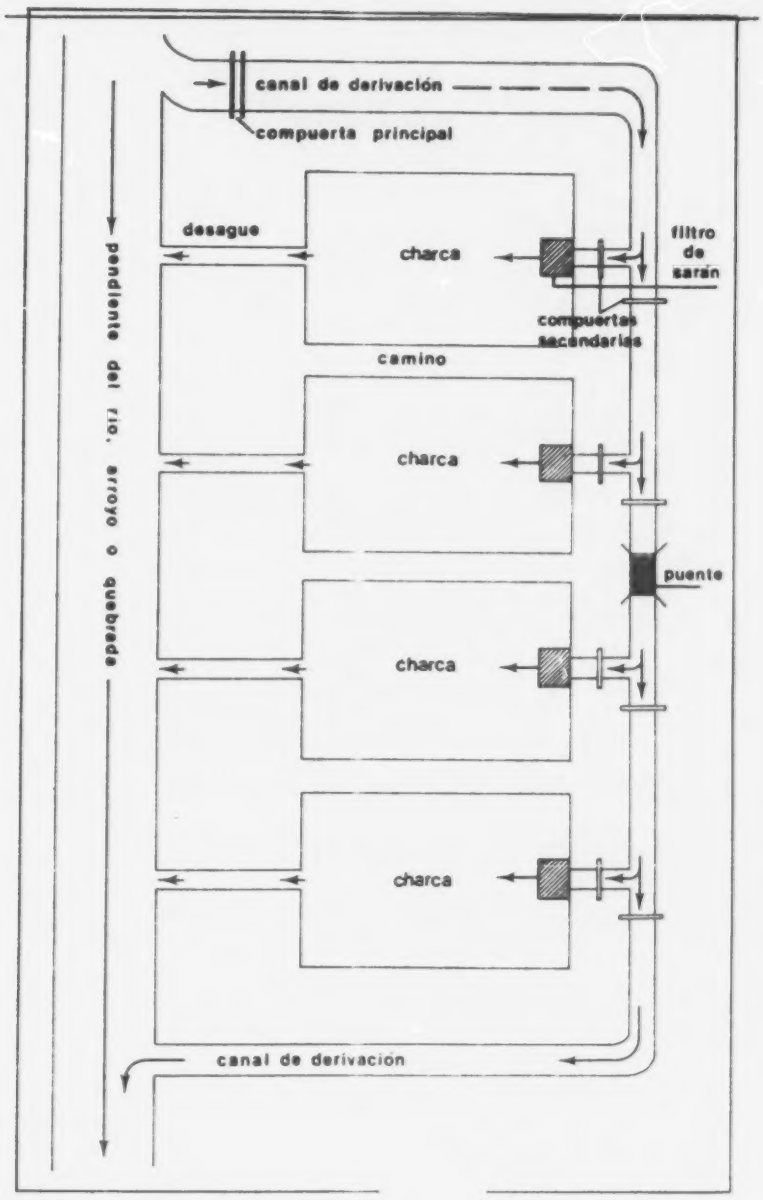


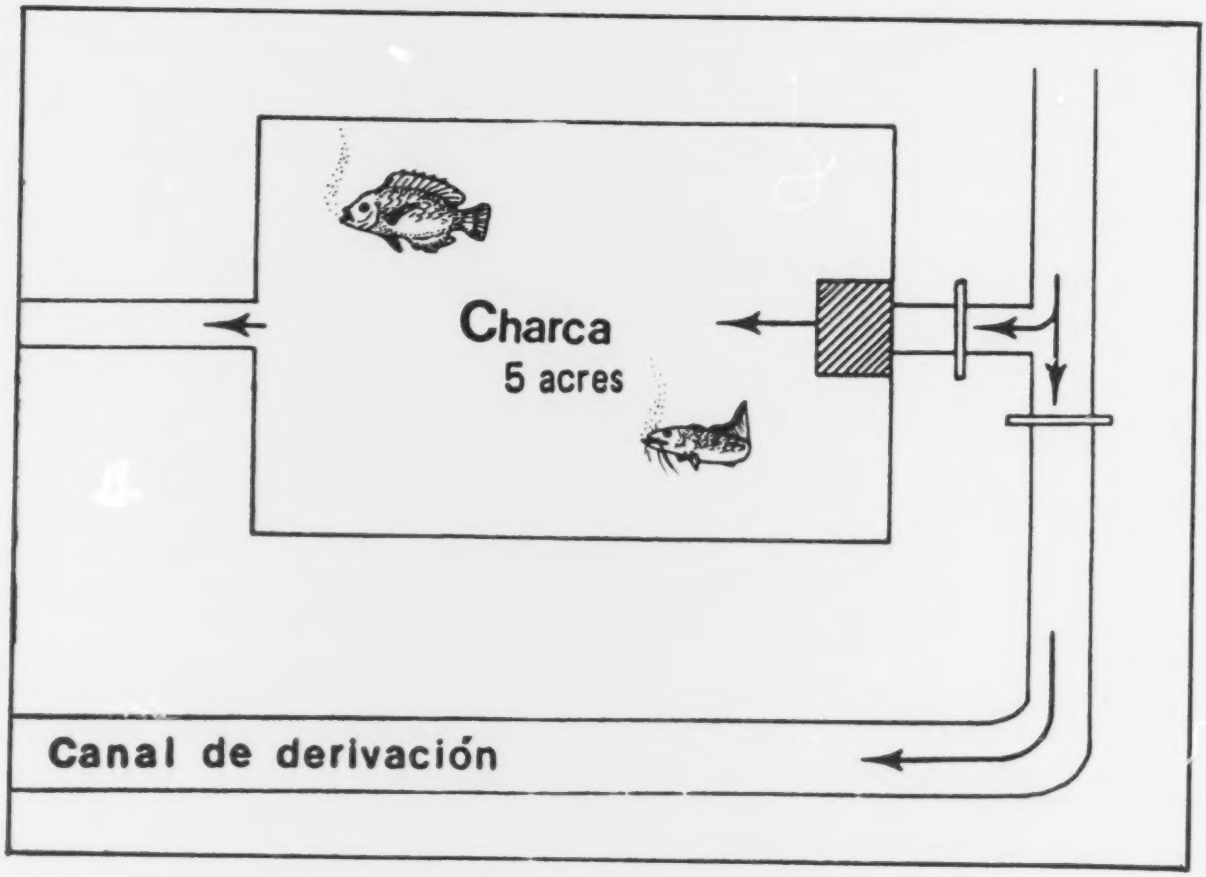

Figura 5

Esquema de cómo construir una serie de charcas con un canal de derivación que le supla agua de una quebrada, arroyo o río.

Apéndice 14

## ÁREA MÍNIMA INDISPENSABLE PARA DESARROLLAR LA EMPRESA DE PISCICULTURA

Un factor importante para obtener una ganancia adecuada es la selección del tamaño apropiado de la charca. Recuérdese que resulta menos costoso el construir una charca grande que muchas pequeñas. Si se pueden construir charcas mayores de 1 acre, bajarán los costos de construcción. También es preciso recordar que el mismo equipo que se utiliza para una operación de media cuerda servirá para una operación de mayor tamaño. Por consiguiente, una charca de más de media cuerda producirá más ganancias. No obstante, al principio, y hasta que se tenga más experiencia, se recomienda que las charcas no excedan de 5 acres cada una (2 hectáreas). Con dedicación, atención y cuidado, la cría de peces se puede convertir en una empresa excitante y con un potencial económico prometedor. (Véase la Figura 6.)


Charca
5 acres
Canal de derivación

## CARACTERÍSTICAS DEL AGUA DE POZOS PROFUNDOS PARA ABASTECER LAS CHARCAS

La fuente de agua más recomendable para el cultivo de peces es el pozo profundo. El agua de pozo suele estar libre de contaminantes, parásitos, enfermedades, otros peces y organismos que resultan indeseables para los cultivos. A pesar de la deseabilidad del agua de pozo profundo, hay que tener en cuenta que por el hecho de haber permanecido durante largo tiempo en el subsuelo, carece del oxígeno esencial para la vida de los peces, tiene un alto contenido de bióxido de carbono ($CO_2$), el cual en concentraciones superiores a las 20 partes por millón (p.p.m.) es tóxico y mortal a los peces. Para mantener bajo o, preferiblemente, eliminar el nivel de bióxido de carbono, se puede implantar un sistema mediante el cual el agua caiga en forma de cascada, según surja del pozo, permitiéndole al gas escapar a la atmósfera. También se puede eliminar el $CO_2$ mediante la aplicación de abono inorgánico (super fosfato), a razón de 100 lbs. por acre. Este último método resulta más lento en acción y se recomienda para charcas donde el agua vaya a permanecer estancada. No se recomienda sembrar peces en la charca hasta aproximadamente una semana después de llenada, o hasta que el agua empiece a tomar un color verdoso. Una vez se remueva el bióxido de carbono, se lograrán los niveles de oxígeno apropiados.

El agua de manantiales también puede presentar el mismo problema de alto contenido de bióxido de carbono, al tomarse directamente del punto en que ésta brota. Sin embargo, si el agua viene corriendo por un cauce, posiblemente se elimine el gas nocivo antes de llegar a la charca. Tanto el agua de manantiales, arroyos y quebradas es de alta calidad si no están éstos contaminados con aguas residuales o con pesticidas. Si se puede tomar el agua cerca del origen, se asegura que la contaminación sea mínima. Esta agua presenta, generalmente, las mismas características del agua de pozo, ya que no posee peces indeseables ni es portadora de parásitos y enfermedades. Por lo regular tiene menos probabilidades de estar contaminada con bilharzia (Schistosoma mansoni), parásito que ataca al hombre, y que se contrae por el contacto con aguas infectadas. (Véase la Figura 7.)

El uso de agua de río es el menos recomendado y se debe considerar como la última alternativa, ya que no se puede mantener un control de las sustancias que en él se vierten a través de su largo cauce. Generalmente, las lluvias lavan los predios agrícolas, llevando consigo residuos de pesticidas, tales como yerbicidas, insecticidas y otros productos químicos. Muchos de éstos son altamente nocivos para los peces y otros organismos acuáticos. Estos compuestos pueden exterminar los peces o pueden concentrarse en sus cuerpos sin matarlos, pasando así a los seres humanos al ingerir el pescado contaminado. Normalmente, los peces cultivados en charcas están menos propensos a contaminación de esta índole que los que comúnmente habitan los ríos, estuarios y aguas costaneras de nuestro país.

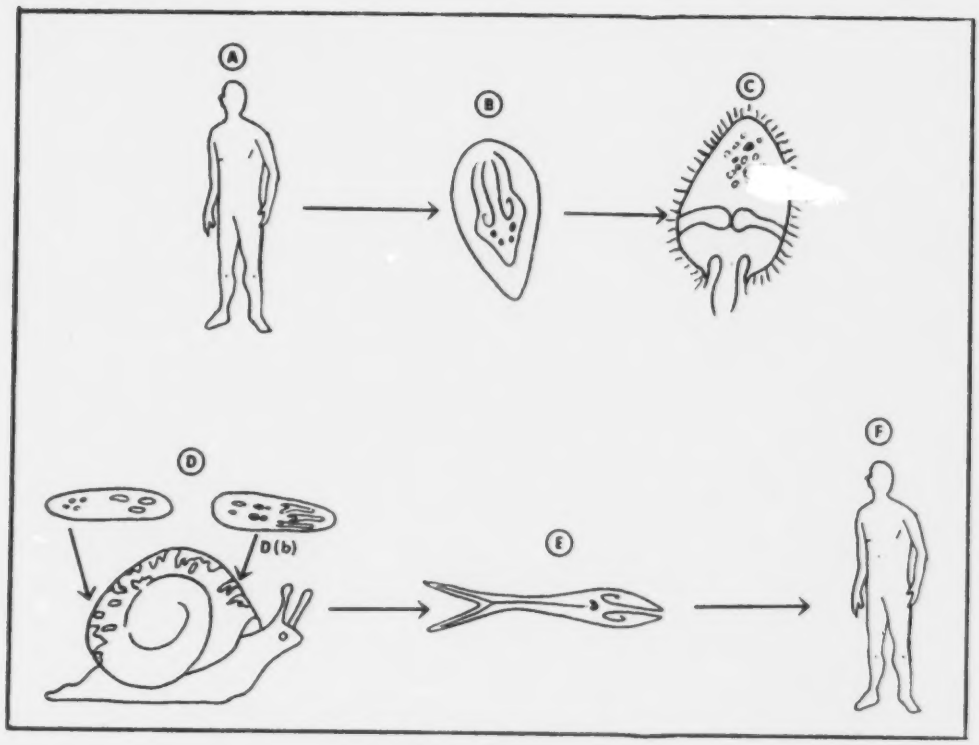



Figura 7

Ciclo de vida del parásito que produce la bilharzia (Schistosoma mansoni) en el hombre

A. Humano infectado con el parásito adulto

B. Huevo del Schistosoma adulto pasado al agua por medio de las heces fecales del humano infectado con el parásito.

C. El huevo se convierte en un miracidio que nada libre en el agua, hasta que consigue el caracol huésped intermedio, conocido con el nombre de Australorbis glabratus.

D. Dentro del caracol, el miracidio se transforma en:

   1. esporocito primario
   2. esporocito secundario

E. El esporocito secundario se convierte en una cercaria que pasa al agua a donde nada libremente.

F. La cercaria penetra la piel de los animales y humanos que entran en contacto con las aguas infectadas, convirtiéndose dentro de éstos en parásitos adultos y causándoles enfermedad.

Otra desventaja de las aguas de los ríos es que poseen variedades de peces y otros organismos que son indeseables en los cultivos. Estos peces, además de ser indeseables, afectan las densidades de siembra, la alimentación, se reproducen en las charcas, pueden atacar y matar los peces que se cultivan, transmitirles parásitos y enfermedades, y afectar la producción y la rentabilidad del cultivo. Además de todos estos inconvenientes, las aguas de los ríos suelen recibir descargas de aguas servidas que pueden afectar la salud de las personas y la calidad del producto, y contaminar las charcas con bilharzia.

## REQUISITOS DEL FACTOR QUÍMICO PH EN EL AGUA

Al utilizar una charca ya existente, el agua deberá reunir todos los requisitos deseables, ya que de otra manera podría resultar perjudicial al cultivo de peces. La existencia de compuestos químicos en el agua y la temperatura no sólo determinan el tipo de peces que pueden cultivarse, sino que también indican si es posible o no su cultivo.

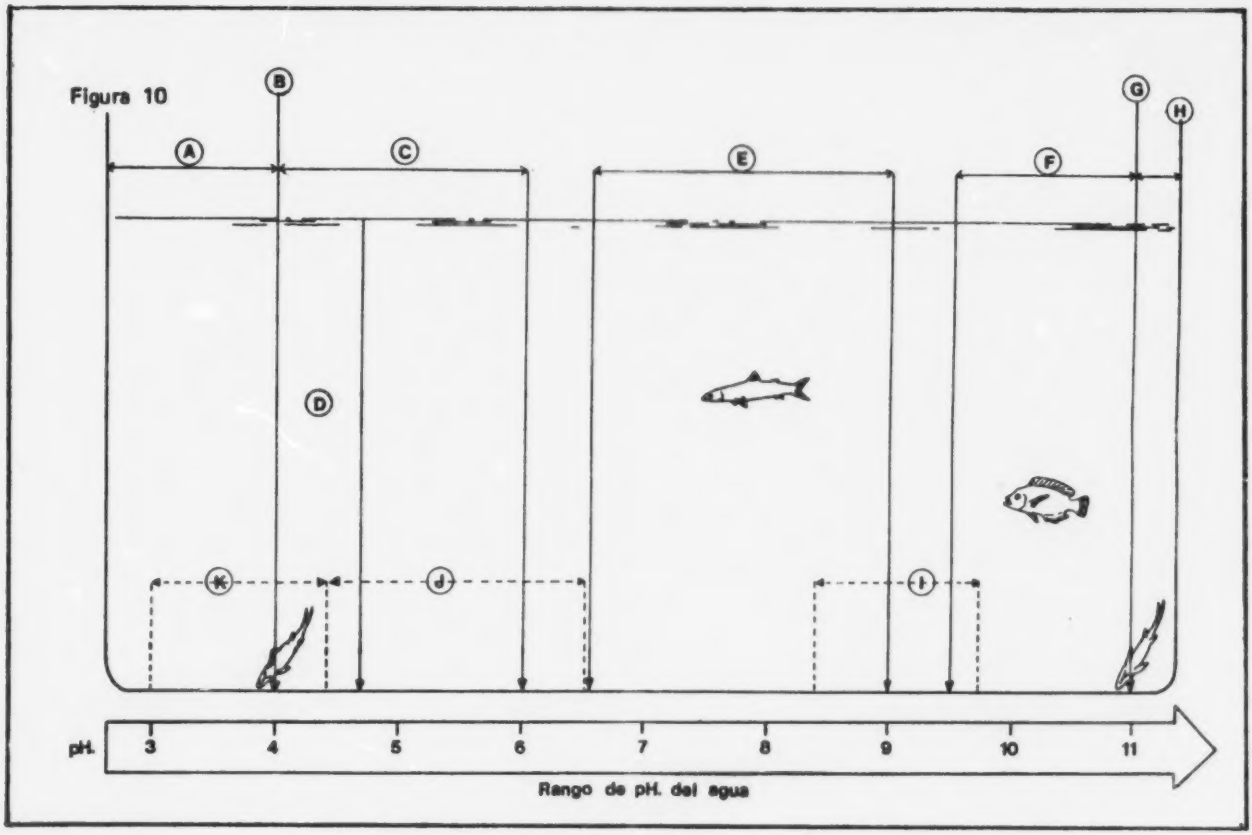
El pH es un factor químico de gran importancia, cuyo rango deseable para el cultivo de peces debe fluctuar entre 6.5 a 9.0 (Véase la Figura 8). Un pH excesivamente bajo o alto, más allá de este intervalo, podría reducir la producción de peces, y un pH extremado podría ser perjudicial.

El agua puede ser ácida o alcalina, ya sea en forma natural, al filtrarse a través de suelos ácidos o alcalinos, o por una descarga directa de desperdicios. En el segundo caso, la acidez o la alcalinidad también pueden estar relacionadas con compuestos tóxicos, tales como ciertos ácidos orgánicos o amoniaco, lo cual podría modificar el efecto de pH.

Las aguas con un pH bajo son comunes en regiones húmedas donde el agua se filtra a través de suelos con un bajo contenido de calcio y ricas en ácidos húmicos. Aguas con un pH por debajo de 4.5 - 5.0 son tóxicas para la mayoría de los peces de aguas templadas. La variabilidad del efecto del pH en los peces en este intervalo depende de las especies, de la talla individual de los peces y de las condiciones del medio, como lo es la concentración del bióxido de carbono o la presencia de metales pesados como el hierro.

El agua ácida, con un pH de 5.0 - 5.5, puede afectar la reproducción de los peces, ya que los huevos y los alevinos son más sensibles al pH bajo que los peces de mayor tamaño. En un intervalo de pH de 5.5 - 6.5, la producción de peces es baja, debido a un efecto directo sobre los peces o a un efecto sobre los organismos que constituyen el alimento de los peces.

El exceso de alcalinidad en el agua también puede ser perjudicial para los peces. Sin embargo, se debe distinguir entre el pH alcalino como resultado de la fotosíntesis y el causado por factores del medio. La toma del bióxido de carbono durante el proceso de fotosíntesis da como resultado un pH alcalino. Esto debe realizarse en pequeños cuerpos de agua ricos en fitoplancton. Se ha comprobado que al inicio del día el pH es más bajo, y que al final de la tarde es más elevado, momento en que la fotosíntesis alcanza su punto más alto (Véase la Figura 9).




ESQUEMA DE LOS RANGOS DE PH DEL AGUA Y DE SU EFECTO SOBRE LOS PECES

Figura 8

A. Rango de pH tóxico a los peces.
B. Punto letal ácido.
C. Rango de baja producción.
D. Rango de no reproducción.
E. Rango de pH deseable para el cultivo de peces.
F. Rango de baja producción.
G. Punto letal alcalino.
H. Punto tóxico para todos los peces de cultivo.
I. A este rango de pH deberá aplicarse un fertilizante acidificante.
J. A este rango de pH deberá aplicarse un fertilizante alcalinizante moderado ($CaCO_3$).
K. A este rango de pH deberá aplicarse un fertilizante fuerte ($Ca(OH)2$).

Un pH de 9.5 es muy común en estanques productivos, aunque el pH puede aún alcanzar de 10 - 10.2 en estanques que reciben afluencia de drenaje. Bajo estas condiciones no se han observado efectos dañinos en peces de agua caliente. Por consiguiente, se recomienda que los análisis de muestras de agua para determinar si el pH es el adecuado para el cultivo de peces debe hacerse antes del inicio del día. Una mejor información puede obtenerse si se efectúa un muestreo completo de pH diario desde el amanecer hasta el ocaso.

Los huevos y los alevinos pueden ser afectados por un pH superior a 9.0, pero la mayoría de las autoridades coinciden en que los peces son afectados sólo cuando el pH alcanza de 10 a 10.5, y que el pH 11 es mortal para los peces.

El agua con un pH bajo (5.5 - 6.5) puede ser corregido mediante el uso de cal para neutralizar la acidez. Mientras más ácida sea el agua, mayor será la cantidad de cal que se necesitará para neutralizarla. Esto último dependerá no sólo del pH, sino también de la composición química del agua, especialmente de la concentración del bicarbonato de calcio [$Ca(Hco_3)_2$] y su relación con el bióxido de carbono y los carbonatos. Siendo una sal de una base fuerte y un ácido débil, el bicarbonato de calcio sirve como amortiguador que impide cambios rápidos en el pH mediante la adición de ácidos o bases fuertes como la cal.

La concentración de bicarbonatos en el agua se expresa como alcalinidad. Esta se mide por la cantidad del ácido requerido para cambiar el pH del agua a cuatro, como se indica por el cambio de color del indicador metil naranja. La alcalinidad, por lo general, se reporta como ppm (partes por millón) de carbonato de calcio ($Ca\ CO_3$), equivalentes al ácido para graduar el agua.

El pH está generalmente relacionado con una baja alcalinidad, y, por lo tanto, con una baja capacidad amortiguadora. Se afirma que hay una relación entre la alcalinidad y la producción del estanque. Mientras más baja sea la alcalinidad, más baja será la productividad, y viceversa.

La cantidad de cal requerida para neutralizar el agua del estanque dependerá de la forma de aplicarla. Cuando se usa cal viva (óxido de calcio, $CaO$), se requieren cantidades más pequeñas que cuando se utiliza cal agrícola (hidróxido de calcio, $Ca(OH)_2$) o piedra caliza (carbonato de calcio), ($Ca\ CO_3$). Para tener el mismo efecto, la proporción deberá ser 1: 1 1/2: 2, respectivamente.

El encalado es, por lo general, una operación repetida que debe sumarse a los costos de producción. Por esta razón, deberá tomarse en cuenta al seleccionarse el lugar en que se construirá el estanque. El análisis del pH debe también constituir una de las primeras evaluaciones que han de llevarse a cabo una vez se haya elegido el lugar para el cultivo de peces.

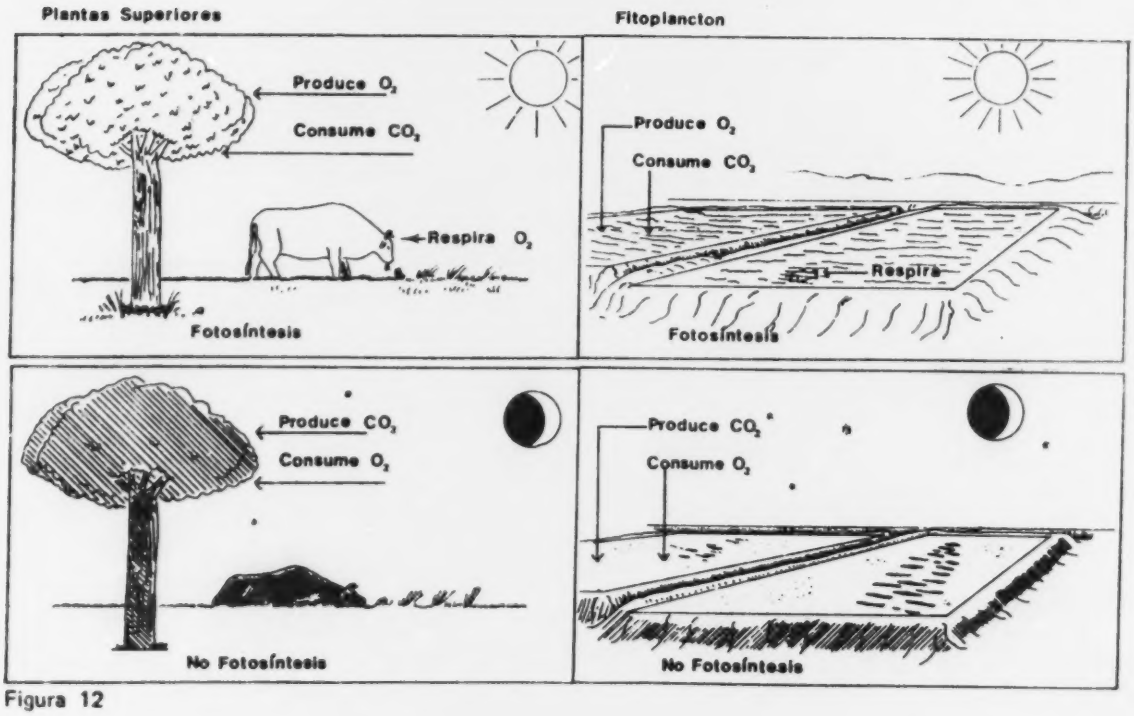



Figura 12

Figura 9

Durante el día las plantas terrestres y el fitoplancton producen oxígeno. Durante la noche, el proceso se invierte y consumen oxígeno, liberando bióxido de carbono.

## DUREZA DEL AGUA

Otro parámetro de importancia, al igual que el pH, es la dureza del agua o la cantidad de minerales expresada como carbonatos. El rango de dureza deseable en el agua fluctúa entre 50 y 200 partes por millón (ppm) de carbonato cálcico. Sin embargo, se prefiere un rango superior a 100 ppm, ya que ello favorece el mantener el agua dentro de los límites aceptables de pH. (Véase el Apéndice 16).

## FACTOR FÍSICO OXÍGENO DISUELTO EN EL AGUA

El factor físico de mayor importancia en el agua es el oxígeno, el cual debe estar disuelto en abundacia, de forma tal que todos los peces puedan respirar para vivir. La concentración mínima de oxígeno recomendable es de tres partes por millón, aunque el pez tilapia ha demostrado que puede subsistir a niveles más bajos durante periodos de tiempo bastante considerables. Un buen indicio de niveles bajos de oxígeno es la presencia de peces en la superficie con la boca fuera del agua, como si estuvieran buscando alimento. Esto suele ocurrir en las primeras horas de la mañana, cuando el oxígeno disuelto en el agua se encuentra en su nivel más bajo. (Véase la Figura 10.)

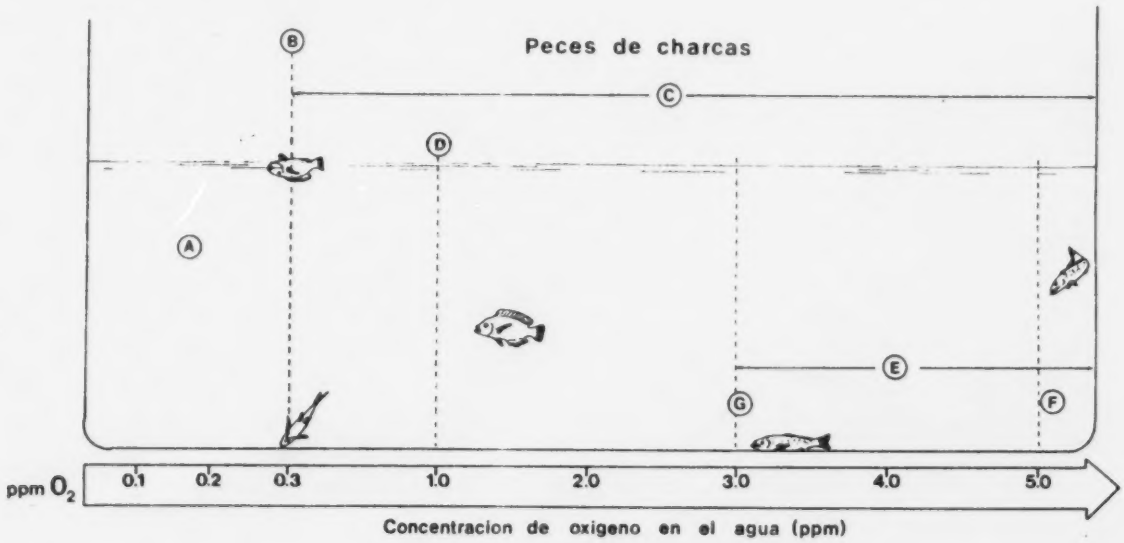



Figura 10

## ESQUEMAS DE LOS RANGOS DE OXÍGENO DISUELTO EN EL AGUA Y DE SU EFECTO SOBRE LOS PECES

A. Rango al cual algunos peces pueden sobrevivir por un corto tiempo si el nivel de CO es bajo.
B. Punto letal por oxígeno bajo.
C. Rango variable de niveles de oxígeno comúnmente utilizados por peces de charcas o estanques.
D. Punto mínimo tolerable para peces en descanso.
E. Rango deseable para peces de charcas o estanques.
F. Punto mínimo deseable para peces de quebradas o arroyos.
G. Punto peligroso para peces de quebradas o arroyos.

## IMPORTANCIA DEL FITOPLANCTON EN EL DESARROLLO DE LA PISCICULTURA

El fitoplancton, al igual que las demás plantas, no produce oxígeno durante la noche debido a la ausencia de luz. Si consideramos que los peces y las plantas respiran para poder vivir y que no producen oxígeno durante la noche, es de esperarse que los niveles más bajos de oxígeno se encuentren por la madrugada. Tan pronto sale el sol, el fitoplancton comienza a producir oxígeno nuevamente y deja de consumirlo, aumentando así el nivel del mismo en el agua.

Existen equipos compactos portátiles de fácil uso y bajo costo para medir estos parámetros. Una persona con poca experiencia podría manejarlos con sólo seguir las instrucciones que aparecen en el manual.

Una charca necesita sol para que el fitoplancton crezca y produzca oxígeno. Por consiguiente, es preciso remover toda sombra que exista alrededor de la charca. Los árboles que crecen alrededor de la charca, además de producir sombra indeseable para el cultivo, sueltan hojas que van al fondo y que necesitarán oxígeno para descomponerse.

## CONTAMINACIONES CON LARVAS Y PECES EN LAS CHARCAS

Un problema que puede ser resuelto con bastante facilidad es la contaminación de la charca con peces procedentes de la fuente principal de agua. En este caso se recomienda vaciar la charca totalmente y remover de ella la mayor cantidad posible de los peces contaminantes. Luego, deberá instalarse en la entrada un filtro de sarán o de tela metálica, el cual permitirá la entrada de agua, pero evitará que peces o huevos de éstos, plantas indeseables y larvas de insectos que se alimentan de peces pequeños entren en la misma.

Al vaciar la charca se deberá dejar el fondo expuesto al sol hasta que se evaporen los charcos de agua, muriendo así cualquier pez restante. Si el secado resulta muy difícil, se deberá llenar la charca de forma tal que todo el fondo quede cubierto sólo por unas cuantas pulgadas de agua. A continuación se aplicará rotenona (substancia para eliminar peces) a una dilución equivalente a tres partes por millón (6cc por cada 2,000 litros de agua). Este tratamiento será suficiente para eliminar cualquier pez restante.

La rotenona es un compuesto que se descompone con facilidad, especialmente a temperaturas altas. Por lo tanto, se recomienda el uso del permanganato de potasio para acelerar su descomposición. Pero, si no es necesario su uso, se puede dejar la charca sin peces durante dos semanas.

Al cabo de 72 horas de la aplicación de la rotenona se podrá volver a llenar la charca, teniendo en cuenta la utilización del filtro de sarán para evitar que se vuelva a contaminar con más peces.

En ocasiones se comete el error de lavar el filtro de sarán o la tela metálica dentro de la misma charca. Esta práctica debe ser evitada, ya que de esta manera se pueden introducir en la charca huevos y larvas de peces o de animales indeseables atrapados en el filtro.

Antes de volver a sembrar los peces es importante asegurarse que la rotenona se ha diluido lo suficiente o se ha desactivado. La forma más segura de hacerlo es colocando solamente uno o dos peces pequeños en un baño con agua de la charca. Si los peces no mueren al cabo de una hora o menos, entonces la charca está lista para que se vuelvan a sembrar los peces. Al hacer la prueba, no debe dejarse el baño expuesto al sol, ni echarle demasiados peces, debido a que en este caso la muerte será por falta de oxígeno en vez de por el efecto residual de la rotenona.

## ESPECIFICACIONES MÍNIMAS RESPECTO AL TAMAÑO Y A LA PROFUNDIDAD DE LAS CHARCAS

Las charcas utilizadas para la piscicultura deben reunir ciertas especificaciones mínimas de construcción, aunque se pueden sembrar peces en cualquier charca. La diferencia estriba en que si se va a llevar a cabo un cultivo intensivo, será preciso asegurarse de que el dinero y el tiempo que se inviertan puedan ser recuperados en peces. Si la charca es muy grande, y no tiene drenaje, difícilmente se podrá tener control sobre lo que se cultiva. Se logrará obtener cierta cantidad de los peces sembrados, pero habrá otros que, indudablemente, escaparán a las artes de pesca. Esto hace que se desperdicie tiempo, esfuerzo y alimento, y que no se obtenga la producción debida.

Otro factor de importancia es la profundidad de la charca. Si es más profunda de 7 pies (2.1 metros), el agua del fondo tendrá niveles bajos de oxígeno en comparación con la superficie expuesta al aire. En ocasiones, debido a condiciones de temperatura, vientos y lluvia, la capa del fondo carente de oxígeno sube a la superficie, causando la muerte de los peces. Esta situación se agudiza según va pasando el tiempo de cultivo. Los desperdicios de los peces se van acumulando en el fondo y, al descomponerse, consumen oxígeno. Según los peces crecen, mayor será la cantidad de alimentos a administrarse y de desperdicios a acumularse. Como consecuencia, más bajos serán los niveles de oxígeno, principalmente en el fondo y en la charca en general.

El agua de las charcas muy profundas, al igual que la de las llanas, suele tornarse verdosa debido al crecimiento de plantas microscópicas denominadas fitoplancton. El fitoplancton, al igual que los árboles y otras plantas, produce oxígeno al ser expuesto a la luz solar y le sirve de alimento a algunos peces. Los peces lo filtran con sus tupidas agallas, y lo ingieren. Cuando la cantidad de fitoplancton es elevada, el agua se torna de un color verde oscuro denso, impidiendo así la penetración de la luz. Si la charca es poco profunda, la luz penetrará hasta el fondo, por lo que el fitoplancton recibirá luz y producirá oxígeno. Si la charca es profunda, habrá fitoplancton hasta donde llegue la luz, y de ahí hacia abajo no se producirá oxígeno. Por consiguiente, la capa superior del agua tendrá más oxígeno que la inferior. Debe evitarse que la capa inferior suba por diferencias en temperaturas, lluvia o por la acción del viento, ya que ello causa la muerte de los peces.

Aunque se prefieren charcas relativamente poco profundas, éstas no deberán tener menos de tres pies (0.9m) de profundidad en la parte menos llana. Así se evitará el crecimiento de yerbajos indeseables en los bordes o dentro de ellas. Las yerbas no contribuyen al cultivo y dificultan la labor de cosecho; sirven de albergue a parásitos y utilizan los nutrimentos del suelo que requiere el fitoplancton para poder vivir.

Apéndice 22

## CAUSAS DE LAS FILTRACIONES Y LA FORMA DE CORREGIRLAS

Cuando una charca tiene filtraciones, es recomendable tratarla con estiércol de cualquier clase; a razón de 100 libras semanales. Si la filtración no es excesiva, la situación se corregirá en poco tiempo. Se recomienda aplicar estiércol seco, pero tan pronto cese la filtración, se debe descontinuar la aplicación. Si la filtración es muy grande, se debe buscar qué es lo que la causa. Posiblemente se pueda corregir aplicándole al fondo un revestimiento de arcilla impermeable debidamente compactada.

## CONSERVACIÓN Y LIMPIEZA DE LAS CHARCAS

Cuando surge el problema de malezas y yerbajos dentro de la charca, se deberá vaciar ésta totalmente y dejar que el fondo se seque lo suficiente. Luego, se removerá toda la vegetación de la charca y se dejará el fondo libre. Si se dispone de maquinaria, se debe ahondar la charca, removiendo el sedimento acumulado, pero procurando que el fondo quede más bajo que el sistema de vaciado. Deberá tenerse en cuenta, para evitar que el agua se empoce, que el lado más profundo de la charca sea el lado por donde desagua.

Es conveniente remover toda sombra que exista alrededor de la charca, producida mayormente por plantas tales como árboles o bambúes. Los árboles que crecen en los bancos de las charcas, además de producir sombra indeseable para el cultivo, sueltan hojas que van al fondo y que necesitan oxígeno para descomponerse. También agrietan con sus raíces los bancos de las charcas, produciendo filtraciones indeseables, costosas y, a veces, imposibles de reparar.

Hay muchas formas en que la maleza puede afectar la producción de peces en el estanque. La vegetación densa restringe los movimientos de los peces, y limita el espacio y la disponibilidad de alimento natural. Las plantas flotantes, como el lirio acuático amarillo (Nuphar luteum) o las lentejas de agua (Lemna spp.), a veces cubren por completo la superficie del estanque e impiden la penetración de luz en el agua. Esto puede reducir la fotosíntesis y la producción de oxígeno por las algas, y puede conducir al agotamiento del oxígeno. Esto último causaría la mortalidad de los peces por anoxia. La maleza acuática asimila una gran proporción de los nutrimentos solubles en el estanque y, por lo tanto, afecta la producción de plancton y de otros organismos que sirven como alimento natural. Algunas plantas, como la caña (Phragmites communis) y la cola de gato (Typha spp), atrapan gran cantidad de fango y de detritus orgánico alrededor de sus raíces y tallos. Al cabo de algunos años, esas plantas pueden infestar una parte considerable de los estanques. Además, la vegetación densa de los estanques obstaculiza la pesca. Se ha comprobado que estanques muy infestados con malezas sumergidas, tales como Potamogeton spp y la planta de cuerno (Ceratophyllum demersum) producen sólo de 600 - 700 Kg./ha. de peces. (1 ha. = 2.5 acres) (1Kg. = 2.2 libras). La producción se elevó a 2000 Kg./ha. después que la hierba fue erradicada mediante la aplicación de arsenito de sodio.

Las especies de plantas que son específicas en términos de profundidad de agua, forman una zona característica de vegetación. Hay una cierta cantidad que se sobrepone en los márgenes de las zonas, pero cada zona se puede distinguir por sus especies dominantes. Tres de estas zonas se

pueden identificar en los estanques de peces, a saber:

1. La zona dique - Las plantas que crecen en esta zona no invaden el agua pero necesitan un alto nivel de humedad en la tierra para sus raíces. Las especies diferirán según los climas, pero la más común es la hierba de sauce (Epilobium hirsutum).

2. Zona de vegetación emergente - Las plantas que emergen de esta zona crecen en aguas en las que su profundidad no exceda de 50 cm. Estas plantas germinan en tierra húmeda, y sus retoños pasan por la columna de agua hasta los sedimentos. Sus raíces crecen en tierra sumergida o húmeda, pero la mayoría de los tallos, hojas y flores crecen sobre el nivel del agua. Las especies más comunes son la caña (P. communis), la cola de gato (Typha latifolia y T. angustata) y el junco (Juncus spp).

3. Zona acuática - En esta zona, que cubre profundidades de 50 - 200 cm, la vegetación comprende plantas de raíces sumergidas como la planta de cuerno (Ceratophillum spp.), la milenrama acuática (Muriophullum spp.) y la maleza de estanque (Potamogeton spp); y plantas con raíz y cuyo follaje flota en la superficie del agua, como la maleza de estanque de hoja ancha (Potamogeton natans), dragúnculo anfibio (Polygonum anphibium) y las plantas flotantes, como la lenteja de agua (Lemna spp.). Las algas filamentosas, como Spirogyra, Cladophora y Pithophora, y otras, causan graves problemas. En ocasiones, las algas microscópicas planctónicas constituyen un problema. Las algas verdes, como Mycrocystis, que flotan en la superficie, pueden formar una espuma que afecta el régimen de oxígeno en el agua.

La maleza de la zona del dique es la menos nociva y, a menudo, las plantas de esta zona, como la Lippia nodiflora, son útiles para consolidar la tierra de los diques e impedir que las mismas se erosionen. Sin embargo, pueden impedir el libre paso en el dique y, por lo tanto, perturbar el trabajo de la granja. La maleza de las zonas de vegetación emergente y acuática (vegetación sumergida) es la más perjudicial. La extensión de la primera se puede reducir construyendo estanques donde la parte más baja sea por lo menos de 80 cm de profundidad.

Hay tres métodos para controlar la vegetación en los estanques para peces: mecánico, químico y biológico.

1. Control mecánico - Este método incluye la siega, dragado y quema. Las diferentes técnicas y aparatos usados son variados, incluyendo desde simples instrumentos hasta segadoras mecánicas de hierbas. Para estanques pequeños, generalmente se utiliza una guadaña, pero para estanques mayores se han desarrollado segadoras mecánicas de

maleza acuática, principalmente en Europa. La mayor desventaja de este método es su baja eficiencia para mantener los estanques limpios de vegetación, pues la siega y la quema se deben repetir varias veces al año. Otra desventaja es que es poco económico debido al aumento en el costo de la mano de obra.

2. Control químico - El fácil abasto de los yerbicidas hoy día en el mercado así como el equipo sencillo que se emplea para su aplicación han hecho que se utilicen con más frecuencia para el control de las malezas en las charcas. Hay tres métodos para el uso de yerbicidas, a saber: esterilización del suelo, tratamiento del follaje y aplicación en el agua de la charca.

   a. Esterilización del suelo - Los yerbicidas que se emplean para esterilizar el suelo se aplican en la zona del dique. Debido al alto costo de este método, no es práctico para utilizarlo en estanques grandes. Sin embargo, puede usarse con mucho éxito en charcas pequeñas o lugares específicos de área relativamente limpias. Entre los productos disponibles están los siguientes:

      1) CMU - Se utiliza para esterilizar áreas de vegetación mixta de dicotiledóneas y monocotiledóneas, pero no para plantas perennes de raíces profundas.

      2) Simazine - Es mucho más efectivo para erradicar la maleza estacional en los diques y para impedir su germinación. Se debe rociar el suelo inmediatamente después que llueva, y las substancias químicas deben ser utilizadas a razón de 1.5 Kg por hectárea de dique (1ha. - 2.5 acres, 1Kg. - 2.2 libras). Este producto es absorbido por las raíces de las plantas, por las algas y por las plantas sumergidas, por lo que se utiliza para erradicarlas. No tiene efecto si se rocía sobre las hojas de plantas más altas.

      3) Clorato de sodio - Se usa para controlar la vegetación y las raíces profundas como la caña (P. communis) y (P. furcata).

      4) Dalapón - Este producto se emplea para erradicar malezas de raíces profundas. Es más eficiente y menos costoso.

   b. Tratamiento del follaje - Este método sólo tiene un efecto insignificante sobre el suelo y se usa principalmente en la zona de vegetación emergente. Los yerbicidas que se recomiendan se pueden subdividir de acuerdo con su acción en los de

aspecto amplio, que destruyen la mayoría de las plantas, y los selectos, que sólo eliminan ciertas plantas. La mayoría de los yerbicidas de aspecto amplio no penetran en la planta a una gran profundidad, sin embargo, son efectivos al contacto con el tejido de las plantas. El control de plantas perennes con los yerbicidas de contacto requiere un tratamiento fuerte y continuo donde crezca la maleza, por lo que su uso en estanques es limitado.

Los yerbicidas selectivos son utilizados en el control de plantas específicas, por lo que seguirán creciendo las demás plantas. Los que más se utilizan son el 2, 4-D y el 2, 4, 5-T, los cuales tienen una acción selectiva marcada sobre las dicotiledóneas o plantas de hoja ancha (algunas veces afectan a un número de monocotiledóneas), mientras que el Dowpon es tóxico para muchos pastos y otras monocotiledóneas, pero, por lo general, no tienen un efecto significativo sobre las plantas de hoja ancha.

c. Aplicación en el agua del estanque - Los yerbicidas se aplican al agua del estanque para controlar las plantas sumergidas y las algas. El problema que surge con este método de aplicación es que la toxicidad para los peces puede volverse aguda, por lo que se debe considerar un amplio margen de seguridad al usarlos. Hay algunos yerbicidas y alguicidas, como el Simazine y el Sulfato de cobre, que tienen un efecto a largo plazo sobre la producción de alimento natural, ya sea por su toxicidad no selectiva y persistencia en el agua de la charca, o por su acumulación en el fondo cuando se usa en forma repetida. La maleza muerta empieza a descomponerse pocos días después de la aplicación del yerbicida, ya que toman grandes cantidades de oxígeno y también pueden causar la muerte de los peces por anoxia. Los yerbicidas usados en el estanque son:

1) Sulfato de cobre
2) Arsenito de sodio
3) Diorex

3. Control biológico - La maleza en las zonas de vegetación emergente y sumergida se puede controlar biológicamente introduciendo peces herbívoros. Las especies principales son la carpa herbívora (Ctenopharyngodon idella) y la tilapia herbívora (Tilapia rendalii) o (T. melunopleura). Estos peces no se alimentan de todas las hierbas y, por lo tanto, las plantas que no son consumidas pueden causar problemas. La población de la carpa hervíbora, necesaria para controlar el crecimiento de la hierba, es de 100-200 peces/ha.

Otro método de control biológico que se emplea para eliminar filamentosas, como Najas, Potamogeton spp. y Chara spp., es mediante la fertilización de los estanques con abonos químicos. El efecto del abono no es directo; induce a que el fitoplancton tenga un crecimiento acelerado, causando sombra a las plantas sumergidas impidiendo su crecimiento. La maleza no crecerá en agua rica en fitoplancton debido a la poca penetración de la luz.

Para evitar la condición de turbidez por sedimentos se debe sembrar grama o vegetación baja alrededor de los bancos. A la vez que se protegen los bancos contra la erosión de la lluvia, también se evita que el agua se torne turbia. El sistema de raíces de la grama evita que el agua arrastre el terreno dentro de la charca.

## ALTERNATIVA DE ACONDICIONAR CHARCAS HECHAS

En muchas ocasiones, acondicionar una charca hecha puede resultar muy costoso, dependiendo del tipo de acondicionamiento que sea necesario y el tamaño de la charca. En caso de que ésta sea muy profunda, sería preferible utilizarla para pesca deportiva y construir otra siguiendo las recomendaciones del Servicio Federal de Conservación de Suelos. Si por casualidad se puede utilizar para crianza de peces, es necesario construir un sistema de vaciado adecuado como, por ejemplo, un sifón, un monje o una tubería de desagüe por un precio relativamente bajo. (Véase el Apéndice 2). El tubo de vaciado no debe ser menor de 4 pulgadas de diámetro para evitar que se tape.

Si la profundidad es mayor de 7 pies, el agua del fondo tendrá niveles bajos de oxígeno, en comparación con la superficie expuesta al aire. Si la charca es profunda, existirá fitoplancton hasta donde llegue la luz. De ahí hacia abajo no se producirá oxígeno.

Si la charca es poco profunda, la luz penetrará hasta el fondo, por lo que todo el fitoplancton recibirá luz y producirá oxígeno.

## PRECAUCIONES QUE SE DEBEN TOMAR ANTES DE LA SIEMBRA DE PECES

Antes de sembrar los peces es preciso asegurarse de que la rotenona se haya diluído o desactivado. La rotenona es una substancia química que se utiliza para eliminar peces. La misma se aplica en caso de que el secado de la charca sea muy difícil. Se recomienda una concentración de 3-5 p.p.m. (partes por millón), o sea, 6 c.c.- 10 c.c. por cada 2,000 litros de agua. La rotenona es un compuesto que se descompone con facilidad, especialmente a temperaturas altas. Se recomienda el uso de permanganato de potasio para acelerar su descomposición. Para determinar si la rotenona se ha diluído lo suficiente, se colocan uno o dos peces pequeños en un baño o cubo con agua de la charca. Si éstos no se mueren al cabo de una hora o menos, entonces se pueden sembrar los peces. Es importante tomar algunas precauciones, como por ejemplo: no dejar el baño expuesto al sol, ni echarle demasiados peces, ya que en estos casos la muerte sería por falta de oxígeno en vez de por el efecto residual en la rotenona.

Se puede llenar la charca al cabo de 72 horas de la aplicación de la rotenona, utilizando un filtro de sarán para evitar que se vuelva a contaminar con más peces.

Antes de sembrar una charca con peces, ésta debe estar en condiciones de recibirlos. Si la charca ha sido construida recientemente, necesitará un periodo de espera de dos o tres semanas después de haberse llenado. En este periodo el agua se estabilizará químicamente y empezará a producir fitoplancton, además de permitir que el sedimento de arcilla en el agua se deposite, ya que el mismo interfiere con la respiración de los peces. La producción de fitoplancton y la deposición del sedimento de arcilla se pueden acelerar mediante la aplicación de superfosfato, a razón de 100 lbs. por acre. Si al cabo de una semana de haber llenado la charca, ésta no desarrolla el color deseado, el abonamiento con superfosfato puede hacer que esto ocurra. El color verdoso es el mejor indicador de que la charca está lista para recibir los peces; sin embargo, en ocasiones se puede observar un color verdoso en la superficie del agua causada por la formación de una película de plantas pequeñas que la cubren en su totalidad. Esta es una condición indeseable. Para mayor seguridad de que la charca está en condiciones óptimas para la siembra de peces, se llena una botella transparente, y si al mirar a través de ella el agua tiene un color verdoso, se puede proceder a efectuar la siembra.

Otro factor a tomar en consideración es la aclimatación de los peces a la temperatura de la charca. Para lograrlo, se deben colocar pequeñas cantidades de agua de la charca en el tanque donde se encuentran los peces, repitiendo el proceso hasta que la temperatura en el tanque sea igual a la de la charca. Un cambio abrupto en la temperatura puede causar la muerte

a los alevinos. Si la charca contiene peces salvajes se debe vaciar completamente y dejarla secar por varias semanas. Es en este caso que se recomienda aplicar rotenona a razón de 3.5 p.p.m. en los charquitos pequeños para eliminar la posibilidad de que contengan peces escondidos. Se pueden sembrar alevinos de la lobina (large mouth bass o peacock bass) junto con las tilapias para que se alimenten de los pequeños peces salvajes que puedan haber en la charca, evitando así un aumento desmedido de éstos. Es importante que las tilapias sean lo suficientemente grandes para evitar que las lobinas se las coman.

## PRINCIPALES ESPECIES DE PECES CULTIVADOS EN ESTANQUES

Entre los grupos de peces cultivados comercial o semicomercialmente se encuentran las tilapias, los bagres, las carpas y las jareas. Entre las especies de tilapia que pueden cultivarse comercialmente están la tilapia del Nilo, la tilapia azul o su hîbrido.

Las tilapias, que pertenecen a la familia Cichlidae, han llegado a ser muy importantes en el cultivo de peces, especialmente en climas cálidos. La cantidad de especies de tilapia cultivadas en estanques es muy grande. Se mencionan hasta dieciséis, sin embargo, sólo tres se han distribuido ampliamente: T. mossambica, T. niloticus (nilotica) y T. aurea.

Las tilapias son peces de aguas calientes tropicales, la mayoría de las cuales son oriundas de África. Son susceptibles a las bajas temperaturas, limitándose su cultivo a lugares donde las temperaturas no se reducen drásticamente. Todas son sensibles a las bajas temperaturas, con un límite total de 9 a 13°C. La mayoría de las tilapias pueden vivir en aguas salobres, y algunas incluso en agua de mar.

El principal problema en el cultivo de las tilapias es su proliferación. Alcanzan su madurez sexual entre los 3 a 5 meses de edad. Por lo tanto, es conveniente eliminar o reducir las crías de los peces sembrados para que éstos alcancen su tamaño máximo. Todo pez, en adición a los originalmente sembrados, competirá por espacio y por comida, lo que resultaría en un efecto negativo en la producción y, al final, se tendrían muchos peces pequeños de poco valor comercial.

## FACTORES QUE DETERMINAN LA CANTIDAD DE PECES A SEMBRAR

La cantidad de peces a sembrarse en una charca dependerá de los siguientes factores:

1. Tamaño de la charca
2. Experiencia del productor
3. Tamaño comercial deseado
4. Fuente de agua

De los factores arriba mencionados, el que mayor importancia tiene es el tamaño de la charca. Esto es, el área superficial de la charca indicará el número de peces a sembrar. Si se calcula errôneamente el área de la charca, se pueden sembrar más peces por acre de los que realmente deben depositarse en la misma.

La profundidad de una charca no es un factor importante para determinar la densidad de la siembra, aunque es conveniente que la misma no tenga menos de tres pies en la parte menos llana.

La cantidad de peces a sembrar es también determinada por la técnica de cultivo seleccionada. En un sistema de policultivo se pueden sembrar más peces por unidad de área, ya que el sistema de eliminación de desperdicios es significativamente mejorado. En los monocultivos, los desperdicios, al igual que los nutrimentos, se van acumulando, deteriorándose así la cantidad del agua de la charca según va pasando el tiempo.

Productores con experiencia pueden sembrar de 4,000 a 5,000 peces por acre. Sin embargo, no se recomienda que los participantes en este tipo de empresa siembren más de 3,000 peces por acre. Cuando se reduce la densidad de siembra, disminuye el riesgo de tener poco oxígeno en el agua.

En los monocultivos de bagre se pueden sembrar entre 2,000 a 3,000 peces por acre; tilapia entre 6,000 y 10,000; 6,000 si son de ambos sexos, y 10,000 si son machos solamente. La diferencia en este caso estriba en que las hembras se reproducirán aumentando la densidad original, mientras que en el caso de los machos o híbridos, esto no ocurrirá.

En la siembra de policultivo se sembrará en densidades que no excedan los 2,500 bagres por acre, y 6,000 tilapias por acre. Se puede reducir o aumentar, pero no en exceso, ya que ello conllevaría graves riesgos de deterioro en la calidad del agua, y mortalidades y tallas finales inferiores a las deseadas.

## TIPOS DE ABONOS QUE SE RECOMIENDAN PARA LAS CHARCAS

El aplicar abono al agua propicia el crecimiento de fitoplancton, que sirve de alimento a los peces a la vez que produce oxígeno mediante el proceso de fotosíntesis.

El fitoplancton está formado por plantas microscópicas que se alimentan, al igual que las otras plantas, de los mismos nutrimentos principales. Cuando se abona un terreno de una finca con abono inorgánico, se le suplen nutrimentos principales al terreno; lo mismo se hace con el agua. El fitoplancton necesita nitrógeno y fosfato para poder crecer y vivir. Cuando se abona el agua, se enriquece con estos nutrimentos, facilitando así la subsistencia y la reproducción de fitoplancton. Cuando se produce fitoplancton, se produce comida para los peces a un precio módico. Hay otros organismos que se alimentan del fitoplancton, tales como larvas de insectos, los animales microscópicos y otros, conocidos como zooplancton. Estos últimos sirven, a su vez, de alimento a los peces, ayudando a reducir los costos de los mismos.

El fitoplancton utiliza los nutrimentos de los desperdicios de los peces para crecer. Esto equivale al estiércol que se aplica a las plantas terrestres. Los peces, en vez de eliminar urea, eliminan amonia, que, al descomponerse, produce compuestos nitrogenados utilizados por el fitoplancton. Los abonos orgánicos (estiércol y otros) surten un efecto similar en el fitoplancton. La diferencia entre los abonos orgánicos e inorgánicos estriba en que en los últimos los nutrimentos se encuentran en forma de sales solubles en agua y se van utilizando poco a poco según se van disolviendo. Los abonos inorgánicos tienen acción instantánea que promueven el crecimiento del fitoplancton, son fáciles de almacenar, transportar y manejar, y se obtienen fácilmente a un precio módico. (Véase la Figura 11.)

El estiércol es un buen abono, pero no se recomienda debido a que el uso indebido es más detrimental que beneficioso. Una cantidad excesiva puede deteriorar la calidad del agua, causando niveles bajos de oxígeno, ya que al descomponerse la materia orgánica, utiliza el oxígeno que está presente en el agua. Además, deja residuos de la fermentación y putrefacción que ocurre como parte del proceso de degradación de la materia orgánica.

Otro factor negativo en el uso del estiércol como abono es en el orden higiénico, ya que promueve el crecimiento de hongos acuáticos y algas verdeazules, las cuales imparten un sabor desagradable a la carne de pescado.

El orden de deseabilidad de los estiércoles va desde el más deseado, que es el de aves, hasta el menos deseado, que es el de rumiantes y otros animales herbívoros. (Véase la figura 12.) Se prefiere el estiércol de

aves sobre el de los rumiantes, ya que el primero es de un contenido bajo en fibras y alto en compuestos nitrogenados, por lo que se descompone fácilmente, liberando más rápido los nitratos. El segundo es alto en fibras y se descompone más lentamente por su alto contenido de celulosa. El de cerdo es también estimado por la gran cantidad de nutrimentos que contiene.

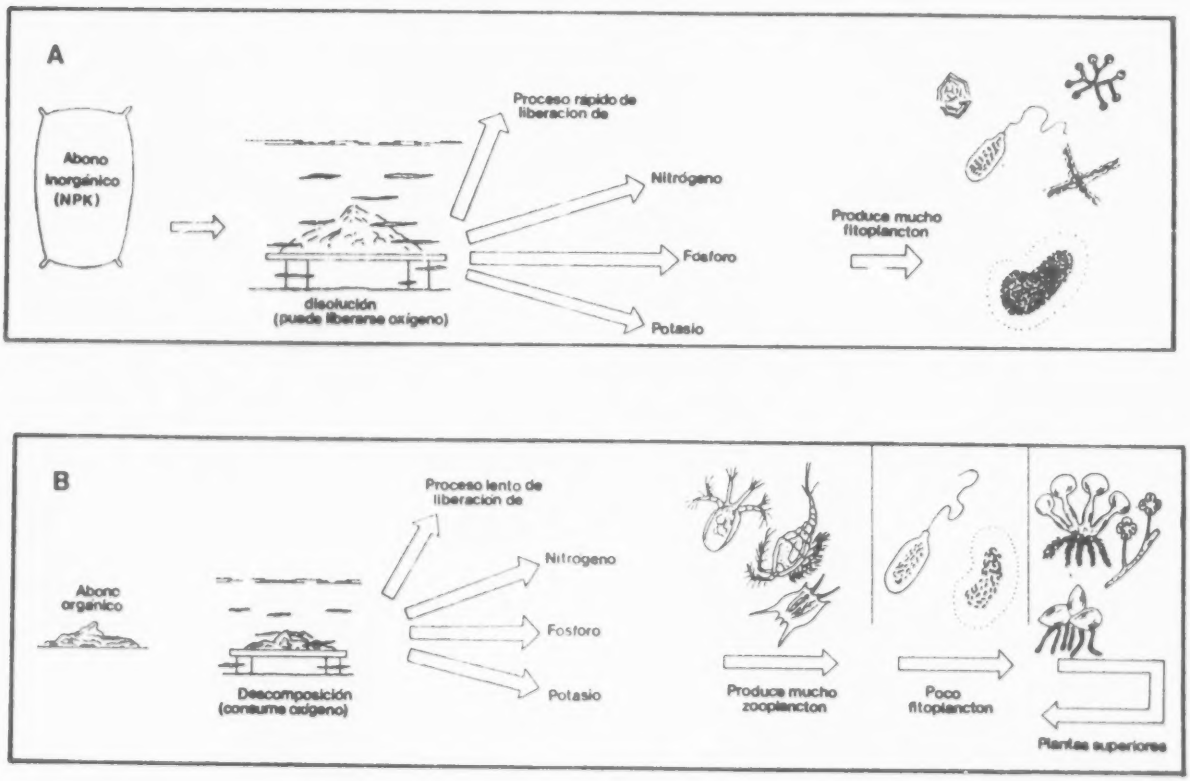



Figura 11 A y B

Patrón de utilización y efecto de los fertilizantes inorgánicos y orgánicos en una charca

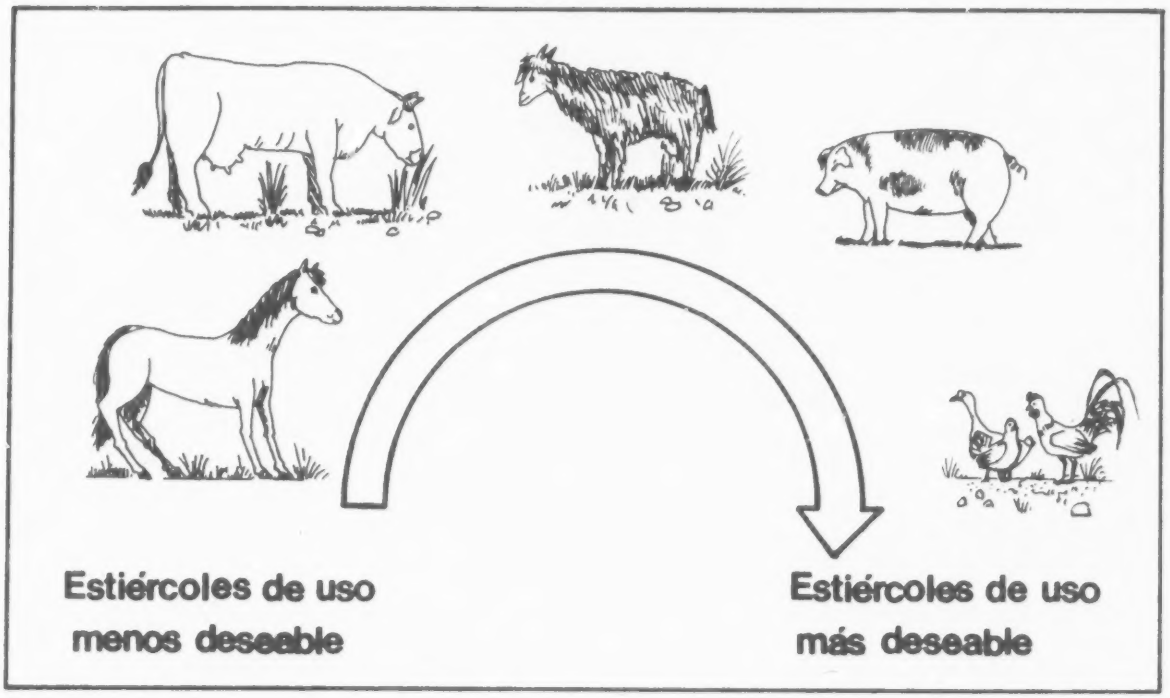



Figura 12

Orden de deseabilidad en el uso de estiércoles como fertilizantes para una charca de cultivo





BEST COPY AVAILABLE

## APLICACIÓN DE ABONO EN LAS CHARCAS

El abono puede aplicarse de varias maneras. Si es un abono orgánico, se recomienda construir una plataforma de madera que quede sumergida a un pie de la superficie del agua. Luego, se coloca el abono ya pesado sobre la plataforma para que se vaya diluyendo lentamente.

Otra forma comúnmente utilizada es el regar el abono con las manos desde el borde de la charca, siguiendo el contorno de la misma. Este método es poco recomendado, ya que gran parte del abono se va al fondo aun sin disolverse, reaccionando químicamente con el suelo y formando otros compuestos no utilizables por el fitoplancton. Parte del abono se pierde de esta manera.

Si en vez de regar el abono lo echamos en una funda o saco (preferiblemente una malla plástica) y lo dejamos flotando mediante un tubo neumático de automóvil en el centro de la charca, se obtendrá los mismos resultados que con el método de plataforma.

## ÉPOCA APROPIADA PARA EL ABONAMIENTO DE LAS CHARCAS

El abono se aplica para mantener los peces saludables, asegurando que los niveles de oxígeno se mantengan en un rango deseado y que tengan una fuente de alimento extra y a bajo costo. Hay una serie de situaciones que nos sugieren cuándo debemos abonar. Una de ellas es el agua clara y transparente y los niveles bajos de oxígeno. Cuando el terreno donde se construye la charca no es fértil, el agua tampoco será fértil a menos que se aplique abono. Otro indicio es la pérdida del color verde del agua al incrementarse los niveles del bióxido de carbono. Cuando hay fluctuaciones extremas de pH, se recomienda utilizar un abono acidulante como el sulfato de amonia (100 lbs. por acre), si el medio se torna muy alcalino; o usar superfosfato, carbonato calizo o cal viva, si el medio se torna ácido. Sólo se recomienda cal viva en casos de acidez extrema.

## TIPOS DE CULTIVOS DE PECES

Hay dos tipos de cultivos de peces: intensivo y no intensivo.

1. Cultivo no intensivo - Es aquél en el cual se utilizan densidades de siembra muy inferiores a los límites máximos tolerables y la alimentación que obtienen los peces es de origen natural. Este tipo de cultivo, por lo general, se lleva a cabo en áreas donde la proteína escasea y no se dispone de los recursos económicos para desarrollar alimentos artificiales, ni para comprarlos. Tiene el propósito de llenar una necesidad de subsistencia.

2. Cultivo intensivo - Este es el tipo de cultivo en el cual las densidades de siembra están al máximo tolerable o cerca del mismo. En este cultivo se alimenta con una dieta suplementaria al alimento natural o, en muchos casos, con una dieta completa. Esta última contiene todos los nutrimentos que los peces necesitan para crecer. Mientras más intensivo sea el sistema, más completo tendrá que ser el alimento que se suministre.

Aunque hay otros sistemas más intensivos que el cultivo en charcas, el que más dividendos económicos está produciendo en la actualidad es éste.

## TÉCNICAS A EMPLEAR EN EL CULTIVO DE PECES

Para cultivar peces en charcas se emplean dos técnicas: el monocultivo y el policultivo. La primera es el cultivo de una sola especie. La segunda comprende el cultivo de dos o más especies en la misma charca y a la misma vez. Se ha comprobado, a base de experimentos realizados por el Colegio de Ciencias Marinas, que si se escogen las especies apropiadas, los policultivos producen más y la cantidad de alimentos a suministrarse por área es menor. Es por ese motivo que los policultivos resultan más económicos que los monocultivos.

La técnica del policultivo depende de los hábitos de alimentación de los peces. Hay muchos peces que no utilizan el fitoplancton o zooplancton, o ingieren este último en sus etapas juveniles, pero no en la etapa adulta. Por lo tanto, la alimentación de estos peces en el cultivo se basará, principalmente, en el alimento artificial que se les suministre.

Durante el proceso digestivo no todos los nutrimentos que el alimento contiene son asimilados, por lo que pasarán al agua incorporados a los excrementos. Cuando se descomponen los nutrimentos, son liberados y fomentan el crecimiento del fitoplancton. Si éste no es consumido, tarde o temprano morirá, se descompondrá y liberará los nutrimentos de nuevo al agua. Sin embargo, si el fitoplancton es consumido por otra especie de pez, los nutrimentos serán convertidos en carne de pescado.

En la técnica de policultivo se siembran dos tipos de peces con hábitos de alimentación diferentes, con el propósito de que una especie utilice el alimento artificial y la otra se alimente del fitoplancton que ha crecido con el abono de estiércol de peces. Si se aplica abono inorgánico al agua a intervalos prudentes, el resultado será el mismo. (Véase la Figura 13.)

Los sistemas de cultivo intensivo son más productivos; por consiguiente, las técnicas de manejo deben ser mejores. Si se aumenta la densidad de siembra, se reduce el espacio que tiene cada pez para vivir y la cantidad de agua y oxígeno. Si se reduce la cantidad de alimento natural, aumenta la probabilidad de epidemias causadas por parásitos y enfermedades al reducirse el oxígeno disponible en el agua y aumentar el bióxido de carbono y amonia.

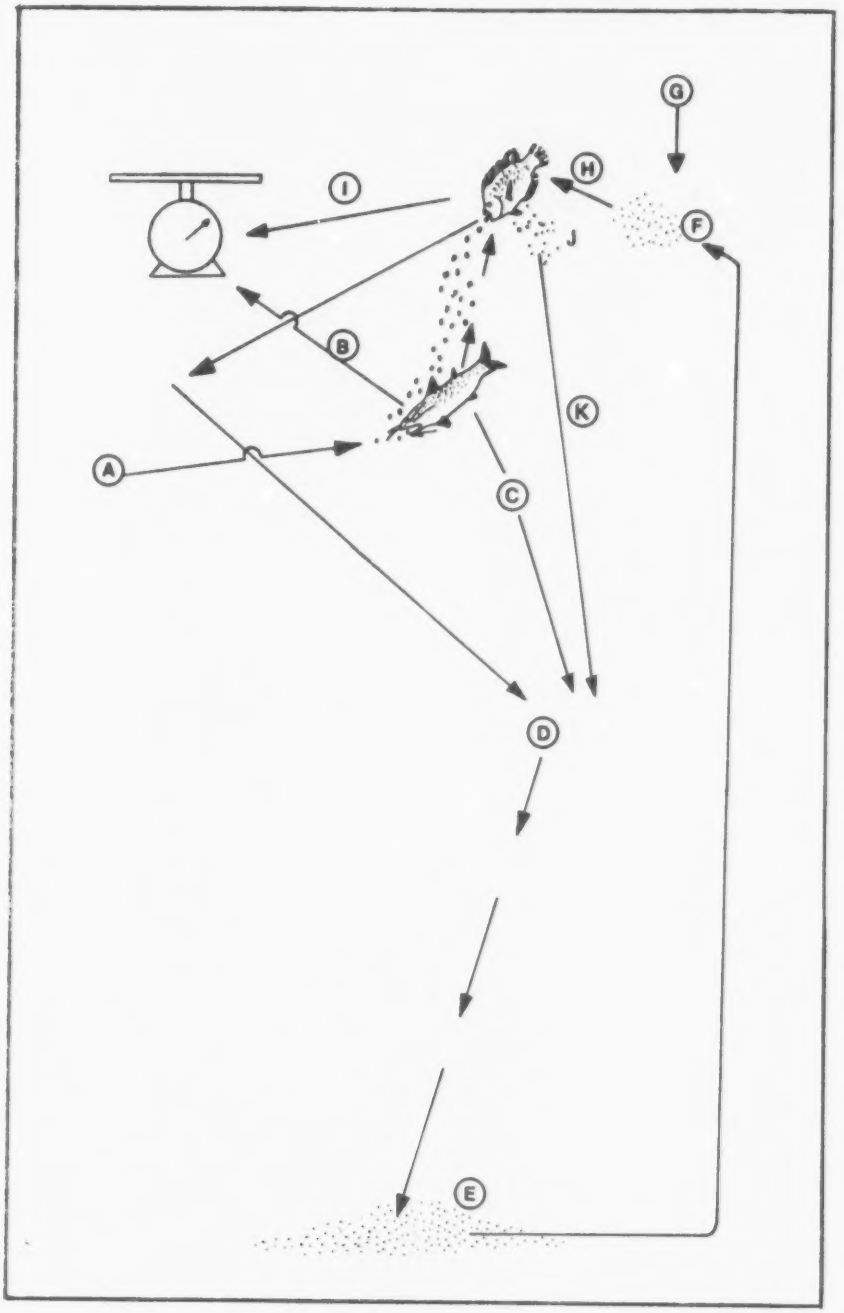



Figura 13

Interacción de la tilapia y el bagre de canal en un sistema de policultivo

A. El bagre de canal recibe su alimento artificial formulado.

B. El bagre convierte ese alimento en carne y aumenta de peso.

C. El residuo no metabolizado del alimento pasa al agua en forma de excremento.

D. Parte del excremento se disuelve en el agua.

E. La parte no disuelta pasa al fondo y se descompone.

F. Descompuesto el excremento, se convierte en nutrimentos.

G. Los nutrimentos estimulan el crecimiento del fitoplancton.

H. Las tilapias ingieren el fitoplancton y filtran el agua con sus agallas.

I. Las tilapias convierten el fitoplancton en carne y aumentan de peso.

J. Las tilapias también consumen parte del alimento no consumido por los bagres y aumentan de peso.

K. Las tilapias excretan el residuo no utilizado del alimento, el cual se descompone y se incorpora al ciclo en forma de nutrimentos.

## FORMA DE OBTENER LAS SEMILLAS PARA LA SIEMBRA DE PECES

En la mayoría de los casos, el propio piscicultor puede producir sus peces pequeños o alevinos. Si se van a cultivar tilapias, la producción de crías es fácil, ya que presenta un amplio potencial de reproducción. Los alevinos se pueden reproducir en piscinas plásticas, asegurándose que el revestido de plástico no haya sido tratado con ningún producto químico, ya que ello podría afectar a los peces. (Véase la Figura 14.)

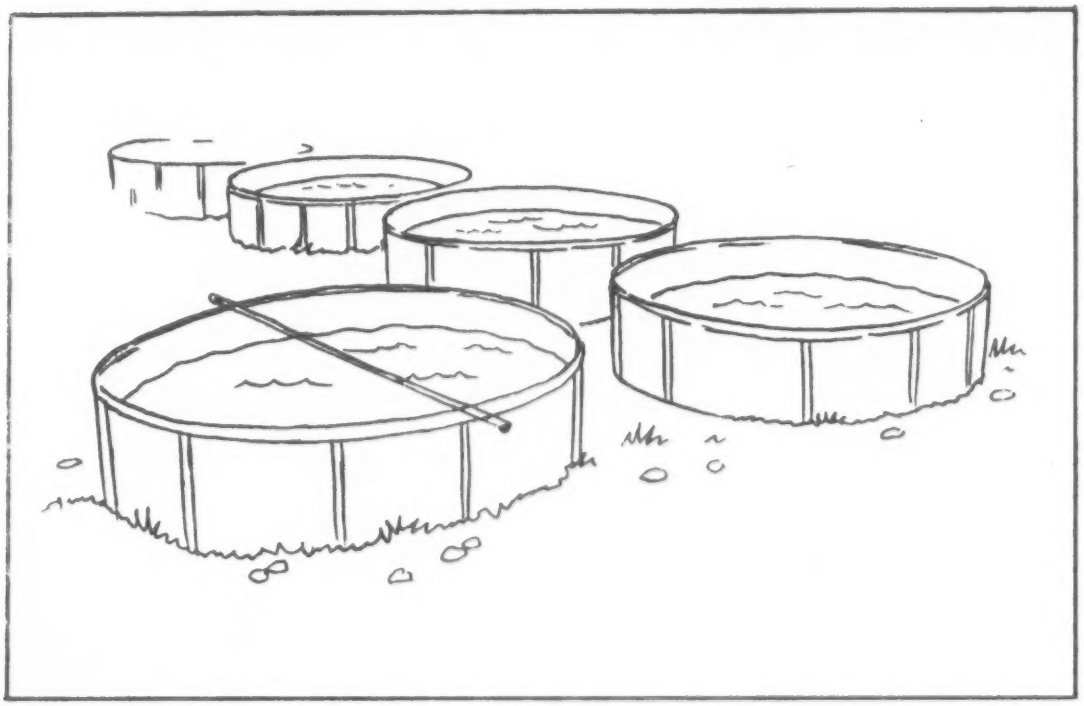


Figura 14

Piscinas plásticas utilizadas en la producción de peces

Las líneas se pueden obtener a través del vivero de peces de Maricao o solicitarlas al Colegio de Ciencias Marinas de Mayagüez.

Para reproducir las tilapias es importante saber distinguir los sexos y las especies. (Véase la Figura 15.)

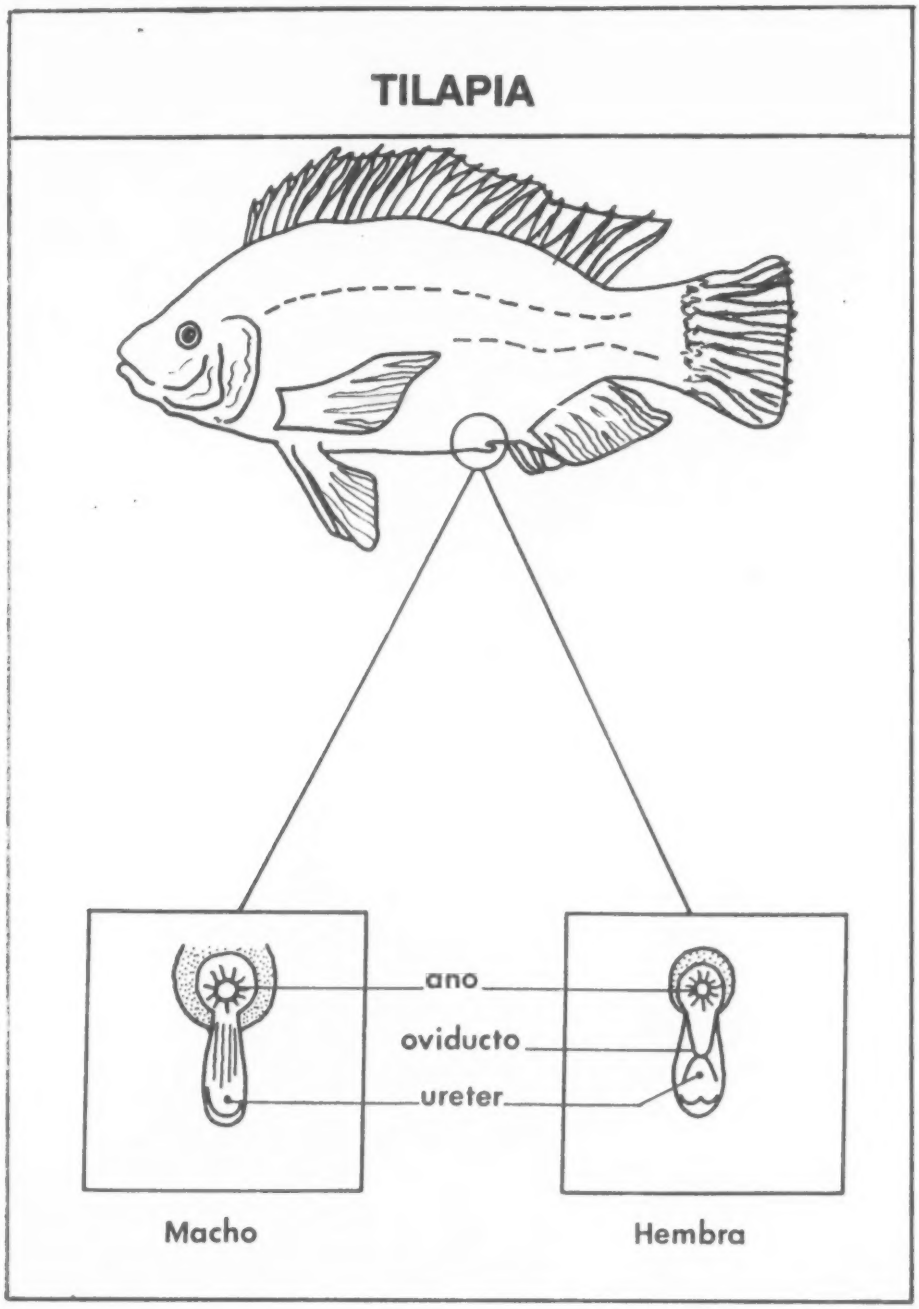



Figura 15

Características de los genitales de la tilapia, los cuales son más visibles en la etapa adulta.

Después que se obtienen las líneas de las tilapias, se recomienda sembrar tres hembras y dos machos por cada piscina que tenga un área de doce pies de diámetro por tres de profundidad. Para la protección de las hembras y los alevinos se le debe proveer un tubo plástico (PVC) de cuatro a seis pulgadas de diámetro por pie y medio de longitud. Aunque en las etapas iniciales la madre cuidará sus huevos y crías, manteniéndolos dentro de la cavidad bucal, luego de terminado el periodo de cuido se los comerá, por lo que es recomendable detectar si ha ocurrido reproducción usando una pequeña red. Si el resultado es positivo, se deben transferir los parentales a otra piscina y dejar los alevinos hasta que alcancen un tamaño deseable sin causarles daño alguno.

Los reproductores y los hijos se benefician con agua que sea rica en fitoplancton, por lo que se recomienda la aplicación de una pequeña cantidad de abono inorgánico (2 gramos) que se coloca dentro de una media sumergida de uno de los bordes de la piscina. Esta práctica beneficia la calidad del agua. Una buena alimentación es necesaria para mantener los parentales saludables y en condiciones para reproducirse; sin embargo, si nos excedemos en la alimentación, el agua se descompondrá rápidamente y matará los peces. Nunca se debe exceder la alimentación en más de un tres por ciento del peso total de los parentales. Si se olfatea un olor desagradable en el agua, esto indica que el agua está deteriorada y los niveles de oxígeno están bajos. En ese caso se recomienda cambiar el agua y ser más cautelosos con la alimentación. Si aparece una película verde o rojiza en la superficie del agua, o ésta se torna color melao, indica el problema arriba expuesto. Para cambiar el agua de la piscina se debe tener la precaución de dejarla sin peces durante 72 horas, si es agua de acueducto, ya que el cloro puede matar los peces. También se puede tratar con tiosulfato de sodio.

Luego de haber obtenido el color verde del agua y sembradas las hembras y los machos, se debe esperar aproximadamente 30 días para realizar el primer muestreo para detectar la reproducción. El periodo de incubación de la mayoría de los huevos oscila entre diez y catorce días. Si se pasa la red antes de que los huevos estén incubados, se corre el riesgo de que la madre los saque fuera de la boca, perdiéndose así la reproducción. Los huevos no incuban en el fondo, salvo en muy raras ocasiones.

## REPRODUCCIÓN DE LOS BAGRES DE CANAL

La reproducción de bagre de canal es compleja, ya que no se puede lograr en piscinas plásticas. Es necesario utilizar charcas de un acre, aproximadamente, para la reproducción, y otras mayores para que puedan crecer los alevinos. Se recomienda colocar unas cajas de un pie de profundidad por dos pies de ancho, para que la hembra deposite sus huevos y los incube hasta que, al cabo de dos semanas, se produzcan los alevinos. Contrario a la tilapia, el agua deberá mantenerse clara y, si es posible, con entrada y salida, en vez de estancada. Estas charcas no deben ser molestadas durante la época de cortejo y desove, ya que ello interferiría o interrumpiría el proceso.

Para obtener buenos resultados es necesario escoger hembras que hayan madurado sexualmente y estén a punto de desovar. Esta condición puede detectarse fácilmente, ya que la pupila genital se dilata a la vez que se torna rojiza. El abdomen de la hembra se notará más abultado, producto de los óvulos desarrollados. Además, la cabeza de la hembra suele ser de un color más claro y más pequeña que la del macho. (Véase la Figura 16.)

Se pueden utilizar otros métodos para la reproducción del bagre, aunque más difíciles que el arriba mencionado, tales como la reproducción inducida mediante la aplicación de hormonas, y la reproducción en rejones (especie de jaula individual), en acuarios y en encubadoras para los huevos.

En Puerto Rico la reproducción del bagre no sigue un patrón estacional, ya que las hembras desovan sus huevos durante cualquier época del año. Los períodos de cultivo se acortan en los trópicos, por lo que en Puerto Rico se puede producir en un año lo que en Estados Unidos le tomará dos.

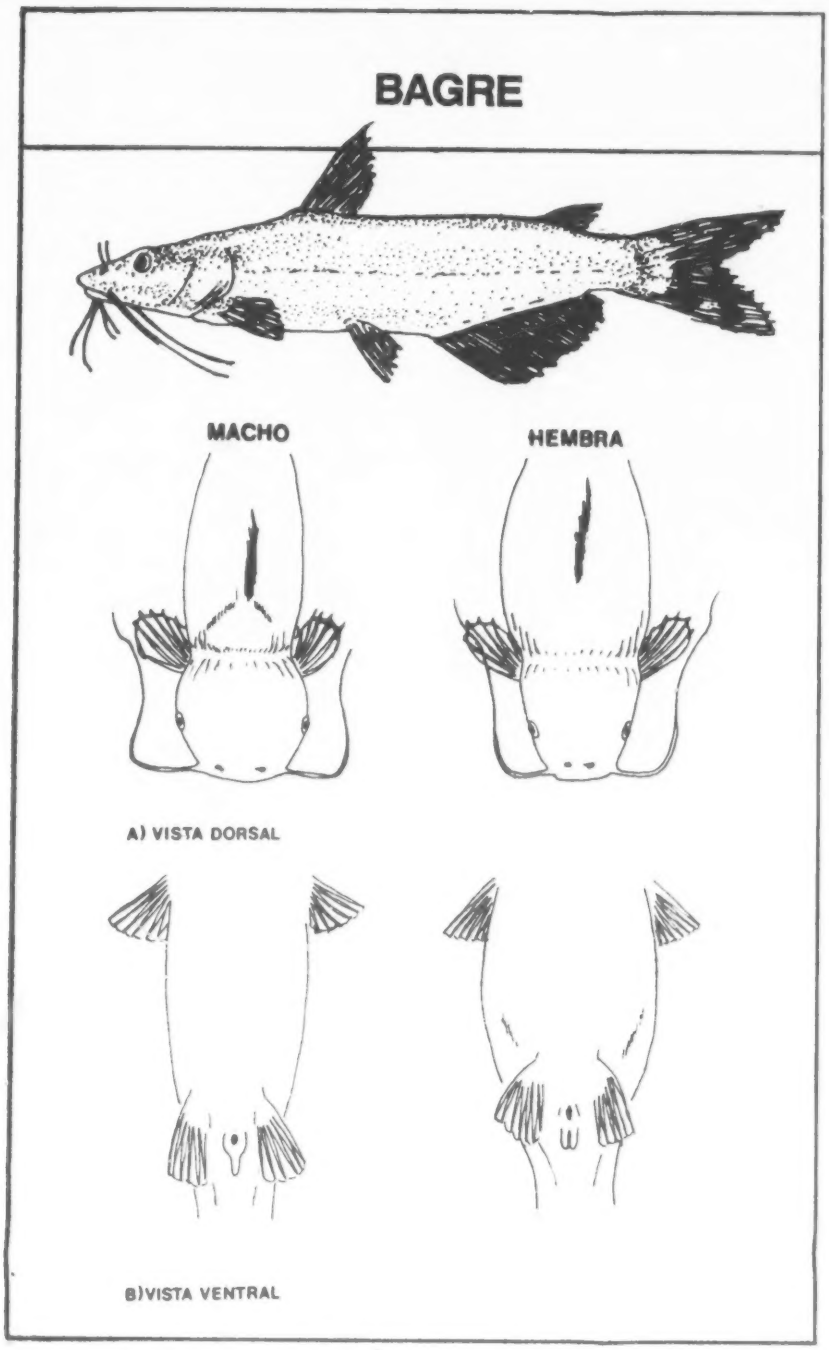



Figura 16

Características sexuales morfológicas del macho y la hembra del bagre de canal adulto.

# ALIMENTACIÓN ARTIFICIAL PARA EL CULTIVO DE PECES

Un alimento artificial es aquel que se produce comercialmente mezclando diferentes ingredientes para formar una dieta balanceada nutricionalmente. Los ingredientes utilizados en la elaboración del alimento deben ser de poca utilidad comercial y de un costo bajo para que el mismo se pueda vender a un precio módico y resulte adecuado. Los nutrimentos que contienen algunos productos de desecho industrial agrícola que el ser humano no puede utilizar directamente se convierten, de esta forma, en productos de consumo directo para el hombre.

Hay dos tipos de alimentos artificiales que se producen comercialmente: los suplementarios y los completos. Con los alimentos suplementarios los peces completan la dieta con organismos vegetales y otros animales del sistema. Los mismos se utilizan en cultivos de aguas estancadas como son los cultivos en charcas. Los alimentos completos son los que suplen todos los nutrimentos que el pez necesita para vivir. Se usan con sistemas altamente intensivos de alto movimiento de agua, o en medios donde escasean el alimento natural y no hay aportación del mismo a la dieta, como ocurre en cultivos en canoletas y en canastas. El contenido normal de proteína en los alimentos suplementarios fluctúa entre 28 y 32 por ciento, o menos, dependiendo de la especie que se quiera cultivar, mientras que un alimento completo tiene más de 36 por ciento. Alimentos preparados para cerdos y pollos con un 25 por ciento o más de contenido proteínico son apropiados para el cultivo de la tilapia. Un alimento con un por ciento menor de contenido proteínico producirá un crecimiento pobre en los peces, y la cosecha será escasa, ya que los peces necesitan alimentos con un alto contenido de proteína y un bajo contenido de hidratos de carbono. Entre los alimentos para peces se recomienda el que tiene forma de perdigón (3/16 de una pulgada).

Apéndice 36

## CONFECCIÓN DE ALIMENTOS ARTIFICIALES

Para confeccionar alimentos artificiales para peces se utiliza la harina de pescado, producida con las partes que el hombre desecha de los productos pesqueros que procesa la industria. Actualmente, las fuentes principales de proteína de los alimentos artificiales lo son la harina de pescado y la harina de soya. Otros subproductos industriales que se utilizan en la manufactura de los alimentos artificiales son la torta de maní, harina de aves, afrecho de cebada, cáscara de arroz y otros granos residuales de los procesos de destilación de bebidas alcohólicas y otras industrias. No se pretende que la manufactura de estos alimentos artificiales compita con los ingredientes que el hombre podría utilizar directamente para su alimentación.

## CANTIDAD DE ALIMENTO A CONFECCIONAR

El determinar la cantidad de alimento necesario es uno de los problemas mayores con que se enfrentan los productores de peces. El crecimiento de los peces dependerá del tipo y la cantidad de alimento que se les suministre. Una dieta balanceada producirá un crecimiento adecuado, mientras que una dieta deficiente producirá un crecimiento deficiente. Al mismo tiempo, el exceso de comida afectará la calidad del agua de la charca.

La tilapia alcanza un máximo crecimiento cuando la cantidad de alimento es la adecuada; sin embargo, el riesgo de sobrealimentación accidental es mayor que el de una alimentación pobre.

En las etapas iniciales de su vida, un pez consume, aproximadamente, un cinco por ciento de su peso promedio en alimento por día. Esta cantidad se reduce a un tres y a un dos por ciento según alcanza tallas mayores. Cuando se llega a una etapa de poco crecimiento no es económico seguir alimentando los peces. Se ha comprobado, mediante investigaciones científicas, que la tilapia crece mejor si se le provee con un 75 por ciento de la alimentación que ellas normalmente consumen.

Para hacer un estimado de la cantidad de alimento que se necesita es necesario calcular diariamente el peso inicial total de los peces por un periodo de dos semanas. De esta forma, es posible estimar el peso ganado cada dos semanas y ajustar la ración alimenticia. La Universidad de Puerto Rico ha realizado una serie de investigaciones para establecer un itinerario de alimentación que se puede observar en la tabla que aparece a continuación.

TABLA 1

Itinerario de alimentación sugerido para la tilapia cultivada en charcas con un peso promedio de 20, 25, 30, 35, ó 40 gramos por mes*

1 onza = 28.3 gramos

| SEMANA | PESO PROMEDIO (GRAMOS) POR PEZ AL SEMBRARSE | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 20 | 25 | 30 | 35 | 40 |
| | Cantidad de alimento (gramos) por día por 100 peces | | | | |
| 1 | 54 | 67 | 81 | 94 | 107 |
| 3 | 71 | 89 | 107 | 124 | 137 |
| 5 | 94 | 117 | 136 | 159 | 180 |
| 7 | 124 | 150 | 179 | 208 | 230 |
| 9 | 159 | 192 | 228 | 258 | 291 |
| 11 | 203 | 250 | 288 | 334 | 354 |
| 13 | 256 | 307 | 352 | 394 | 412 |
| 15 | 322 | 383 | 434 | 468* | 513* |
| 17 | 388 | 458* | 497* | 543 | 576 |
| 19 | 445 | 538 | 574 | 621 | 623 |
| 21 | 532* | 596 | 622 | 664 | 713 |
| 23 | 608 | 637 | 712 | 790 | 849 |
| 25 | 650 | 758 | 846 | 940 | 1010 |

* NOTA: A menos que se tenga acceso a un equipo de aeración de emergencia, no se debe alimentar más de 45 Kg. por hectárea por día. (39.6 lbs./cuerda/día - Véase la siguiente ecuación.)

1 Hectárea = 2.47 Acres = 2.5 cuerdas (aprox.)

$$\frac{45 \text{ Kg.}}{X \text{ Kg.}} \quad \frac{2.5 \text{ cuerdas}}{1 \text{ cuerda}}$$

$$X = \frac{1\ (45)}{2.5} = \frac{45}{2.5} = 18 \text{ Kg.}$$

1 Kg. = 2.2 libras

$$\frac{1 \text{ Kg.}}{18 \text{ Kg.}} \quad \frac{2.2 \text{ libras}}{X}$$

$$X = \frac{18\ (2.2)}{1} = 39.6 \text{ libras (40 libras)}$$

El siguiente ejemplo demuestra el uso de la tabla anterior. Un agricultor tiene 3,000 alevinos con un peso promedio de 25 gramos por pez en una charca de 1 cuerda y quiere calcular la cantidad de alimento a suplir durante las primeras dos semanas. ¿Cómo lo hace?

DATOS:

1. Peces - 3,000
2. Peso promedio - 25 gm.
3. Tiempo - 2 semanas

3,000 peces X 67 gramos/100 peces = 2,010 gramos de alimento por día

Dado: $\frac{67 \text{ gms}}{X} \quad \frac{100 \text{ peces}}{3000 \text{ peces}}$

Tenemos que:

$$X = \frac{3{,}000\ (67)}{100} = \frac{2010}{1}$$

$$= \frac{2010}{1} = 2010 = \text{gramos por día}$$

Para una semana, la cantidad sería:

2010 gramos X 7 = 14,070 gramos por semana

Para cambiar a libras se procede de la siguiente forma:

1 libra = 452.8 gramos, por lo tanto

$$\frac{1 \text{ lb.}}{X} \qquad \frac{452.8 \text{ gms.}}{14070 \text{ gms.}}$$

$$X = \frac{14070\ (1)}{452.8} = \frac{14070}{452.8}$$

X = 31 libras de alimento por semana (4.4 libras por día) para 3,000 peces de 25 gramos de peso promedio ó 62 libras para 2 semanas. (Véase la tabla)

Los peces crecerán más rápido si se alimentan dos veces por día. Esto se hace, dividiendo el alimento en dos porciones iguales, una por la mañana y la otra por la tarde. No se recomienda alimentar después que baje el sol, ya que el consumo de oxígeno en los peces aumenta después de alimentados, y los niveles de oxígeno normalmente disminuyen de noche. Una vez que se han establecido los horarios de alimentación, éstos deben mantenerse debido a que la tilapia forma hábito. También se recomienda que se deposite el alimento en el mismo lugar de la charca. Algunos productores suelen alimentar a los peces seis días por semana; sin embargo, la tilapia crece más rápido si se alimenta los siete días de la semana.

El alimento es más efectivo si se lanza al voleo, ya que esto permite que una mayor cantidad de alimento llegue a un mayor número de peces.

## EMPAQUE Y TRANSPORTACIÔN DE PECES VIVOS

El transporte de peces puede ser difícil o fácil, dependiendo del tipo de pez con que se esté tratando. Es importante recordar que los peces respiran oxígeno y que, a menos que se cuente con un sistema de aeración apropiado, no se deben poner demasiados peces juntos. Existen en el mercado unas substancias químicas con poderes anestesiantes que disminuyen la actividad del pez y, por consiguiente, su consumo de oxígeno. El uso de éstas requiere de cierta pericia por parte del piscicultor, ya que se deben aplicar en concentraciones específicas. Una sobredosis de estas substancias puede matar los peces. Se recomienda su uso mayormente cuando se requiere transportar los animales a distancias considerables del área de trabajo. Para transportación en la misma finca, se puede prescindir de ellas, pero no así del equipo de aeración.

Al transportar los peces es importante recordar que éstos no deben permanecer mucho tiempo fuera del agua. Deben evitarse los golpes y las rayaduras, ya que ello debilita los peces, destruye la capa de la piel, las escamas y el moco que los protegen, haciéndoles vulnerables a las enfermedades y a los parásitos. No se deben dejar peces en envases expuestos al sol, debido a que el aumento en la temperatura del agua puede matarlos por el calor o por la pérdida de oxígeno. Éste último, por ser un gas, se escapa a la atmósfera cuando se le aumenta la temperatura al agua.

Al transferir los peces de una charca a otra es preciso evitar que haya cambios bruscos de temperatura y de pH. Para lograr este periodo de aclimatación se añade agua de la nueva fuente al envase en que se encuentran los peces. Así se va igualando la temperatura a la vez que el pH. Este proceso se realiza gradualmente. Al alcanzar el efecto deseado se pueden transferir los peces sin ningún peligro.

La Figura 17 muestra los pasos a seguir en el manejo y transporte de los peces.

Pasos a seguir en el manejo, empaque y transporte de peces vivos

A. Se pescan los peces y se colocan en un envase amplio que contenga agua de la misma charca.

B. Los peces se transfieren a un envase mayor, cubierto con red y provisto de uno o dos aereadores de batería. El agua se va cambiando poco a poco por agua limpia sin cloro.

C. Se colocan dos fundas plásticas nuevas, una dentro de la otra y se echa agua del recipiente con los peces, hasta llenar esta a 1/3 parte de su volumen.

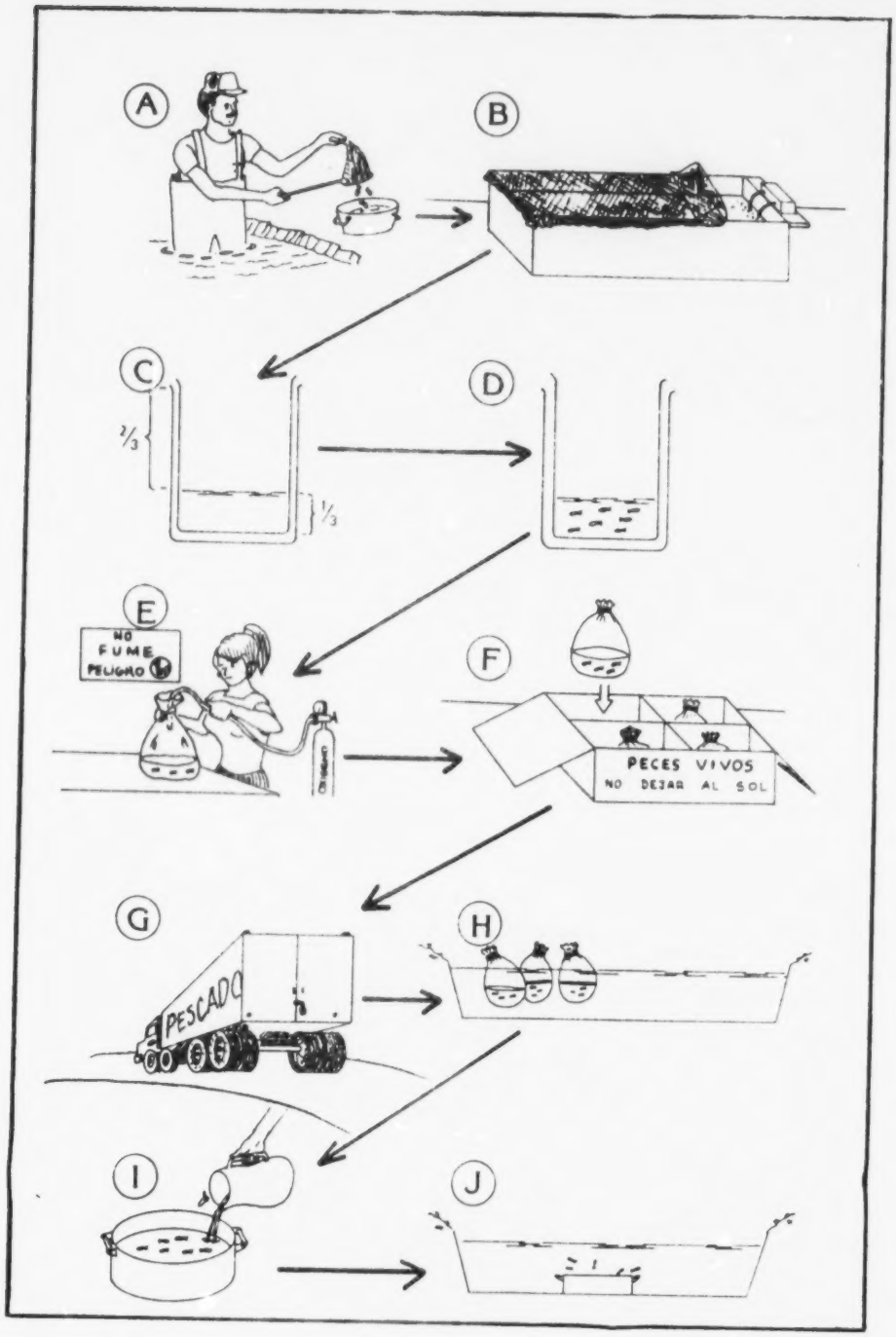

A
B
C
D
2/3
1/3
E
NO FUME PELIGRO
F
PECES VIVOS
NO DEJAR AL SOL
G
PESCADO
H
I
J

Figura 17

D. Se colocan los peces en la funda plástica con agua a una densidad adecuada, dependiendo del tamaño de los peces y de la funda.

E. Sobre una superficie lisa se coloca la funda y se le saca todo el aire que contenga. Hecho esto, se colocará dentro de la misma la manguera del cilindro de oxígeno, cuya válvula se abrirá hasta que la funda llene a cabalidad, pero sin levantar mucha presión. (Ver nota.)

F. Se sella herméticamente la funda con bandas de goma de tubos neumáticos de llantas de auto. El envase debe quedar totalmente lleno y debe ser capaz de mantenerse parado por sí solo, si se le coloca sobre una mesa. Luego, se deberá colocar en una caja de cartón la cual no se dejará expuesta al sol en ningún momento.

G. Debidamente empacados, los peces se transportarán de inmediato a su destino.

H. Al recibirlos, se desempacarán con cuidado. Las fundas con los peces se colocarán sin abrir en el estanque en que se vayan a colocar, hasta que las temperaturas se igualen.

I. Luego, se echan los peces en un recipiente grande con el agua de los envases y se le añadirá poco a poco agua de la charca, para evitar el cambio súbito en pH.

J. Finalmente, se sumergirá el envase con los peces en la charca y se dejará que naden fuera del mismo por su propia cuenta. Antes de mezclar peces nuevos con otros, se les deberá mantener en cuarentena y se les administrará tratamiento contra parásitos, bacterias y hongos.

NOTA: El oxígeno es un gas altamente inflamable. Por consiguiente, no fume ni lo use cerca de chispas o llamas.

## ENFERMEDADES QUE AFECTAN A LOS PECES

Los peces, al igual que cualquier otro animal, pueden contraer enfermedades. Sin embargo, cuando un animal está bien alimentado y vive en condiciones higiénicas, es de esperarse que se mantenga saludable. Los peces no son la excepción a la regla. En la mayoría de los casos las enfermedades se manifiestan después de periodos donde el nivel de oxígeno baja al igual que la calidad del agua, hay manejo manual excesivo o excesiva alimentación.

Cuando se deteriora la calidad del agua y baja el nivel de oxígeno, los peces dejan de comer, haciéndose más susceptibles a las enfermedades. La baja calidad del agua en muchas ocasiones está asociada a una alimentación excesiva. El alimento que no se utiliza se va al fondo, descomponiéndose y, a la vez, consumiendo oxígeno. Si el piscicultor no está alerta cada día, la situación se hace más crítica. Hay dos posibilidades de muerte: por falta de oxígeno o por enfermedad.

Si la muerte es por falta de oxígeno, gran parte de los peces, si no todos, mueren a la misma vez. Cuando las muertes registradas son por enfermedad, los peces muertos empiezan a aparecer en forma esporádica, flotando en la superficie, algunos el primer día, otros al día siguiente, y así sucesivamente. No todos mueren el primer día, como ocurre cuando el nivel de oxígeno es bajo.

Existen ciertos síntomas o indicios inequívocos de que los peces pueden estar enfermos, a saber:

1. Manchas en la piel
2. Áreas rojas, blancas, ojos hinchados
3. Agallas muy pálidas
4. Úlceras
5. Aletas que parecen comidas por otros peces
6. Aletas contraídas
7. Vientre hinchado
8. Movimientos erráticos y nadar lento
9. Pérdida del sentido de balance o poco alerta

Algunas de estas enfermedades son curables, mientras que otras, como las causadas por virus, no lo son.

En el caso de que las enfermedades sean causadas por bacterias, se pueden controlar administrando el antibiótico correspondiente mezclado con el alimento. El tratamiento se debe realizar por diez días consecutivos, utilizando la dosis correspondiente. Si los peces no están comiendo, se

deben hacer pruebas para determinar la calidad del agua, ya que en este caso el tratamiento no tendrá ningún valor.

A continuación se enumeran las recomendaciones de importancia con relación a las enfermedades:

1. Tomar las medidas correctivas inmediatamente que se detecte baja calidad en el agua.
2. Aplicar los medicamentos tan pronto se detecte la enfermedad.
3. No se deben importar peces del extranjero para cultivo.
4. No se deben introducir peces de aguas naturales, sin antes tratarlos con bactericidas y someterlos a cuarentena.
5. Es preciso desinfectar las redes antes de introducirlas en las charcas.
6. Los peces muertos por enfermedad deben removerse inmediatamente de la charca.
7. Es conveniente hacer muestreos periódicos de los peces para comprobar su estado.
8. En caso crítico, es importante destruir todo el cosecho y secar la charca por un periodo de dos semanas.

**Enfermedades más comunes que afectan los peces**

1. Septicemia hemorrágica - Enfermedad bacteriana que presenta áreas lesionadas ó úlceras rojas en el cuerpo, con posible levantamiento de las escamas.

2. Columnaris - Enfermedad bacteriana que causa manchas de aspecto mucoso de color blanco grisáceas, con o sin heridas y tejido muscular necrotizado, con destrucción de las branquias y de las aletas; afecta principalmente el área bucal.

3. Saprolegniasis - Enfermedad micótica que se caracteriza por el crecimiento en la piel de masas filamentosas blancas o amarillentas que asemejan algodón.

4. Costiasis - Enfermedad causada por microorganismos parasíticos flagelados que se caracteriza por manchas blanco-azuladas de apariencia gelatinosa en su fase inicial y que, posteriormente, se convierten en ulceraciones de desprendimiento de la carne.

5. Oodiniasis - Enfermedad parasítica de las especies marinas causada por un dinoflagelado.

6. Ictioftiriasis o "Ich" - Enfermedad parasítica causada por un ciliado, donde se observan puntos redondos y convexos de color blanco sobre la piel y las aletas.

7. Trematodos monogenésicos - Enfermedad parisítica causada por trematodos que afectan la piel y las agallas, caracterizándose ésta por acumulación de moco sobre las partes afectadas.

8. Diplostomiasis - Se conoce como enfermedad del trematodo del ojo. Esta comienza con turbidez blanquecina en la pupila, tornándola nublada. En su etapa avanzada el pez queda ciego de uno de sus dos ojos.

9. Trematodos digenésicos - Las metacercarias de los parásitos crean quistes en los tejidos que aparecen como pequeños puntos negros en la piel y en las aletas de los peces.

10. Nematodos - Los peces infectados con estos gusanos parasíticos pierden el apetito, con subsiguiente enflaquecimiento. Se pueden observar quistes pequeños de color rojizo obscuro en los tejidos musculares.

11. Crustáceos ectoparasíticos - Los peces son infectados con crustáceos parasíticos en forma de hebras blancas que están adheridas a la piel por debajo de las escamas. Estas hebras también se adhieren a las atletas o a los filamentos en las agallas.

Véase a continuación la Figura 18, en la que se ilustra cada una de las enfermedades mencionadas anteriormente.

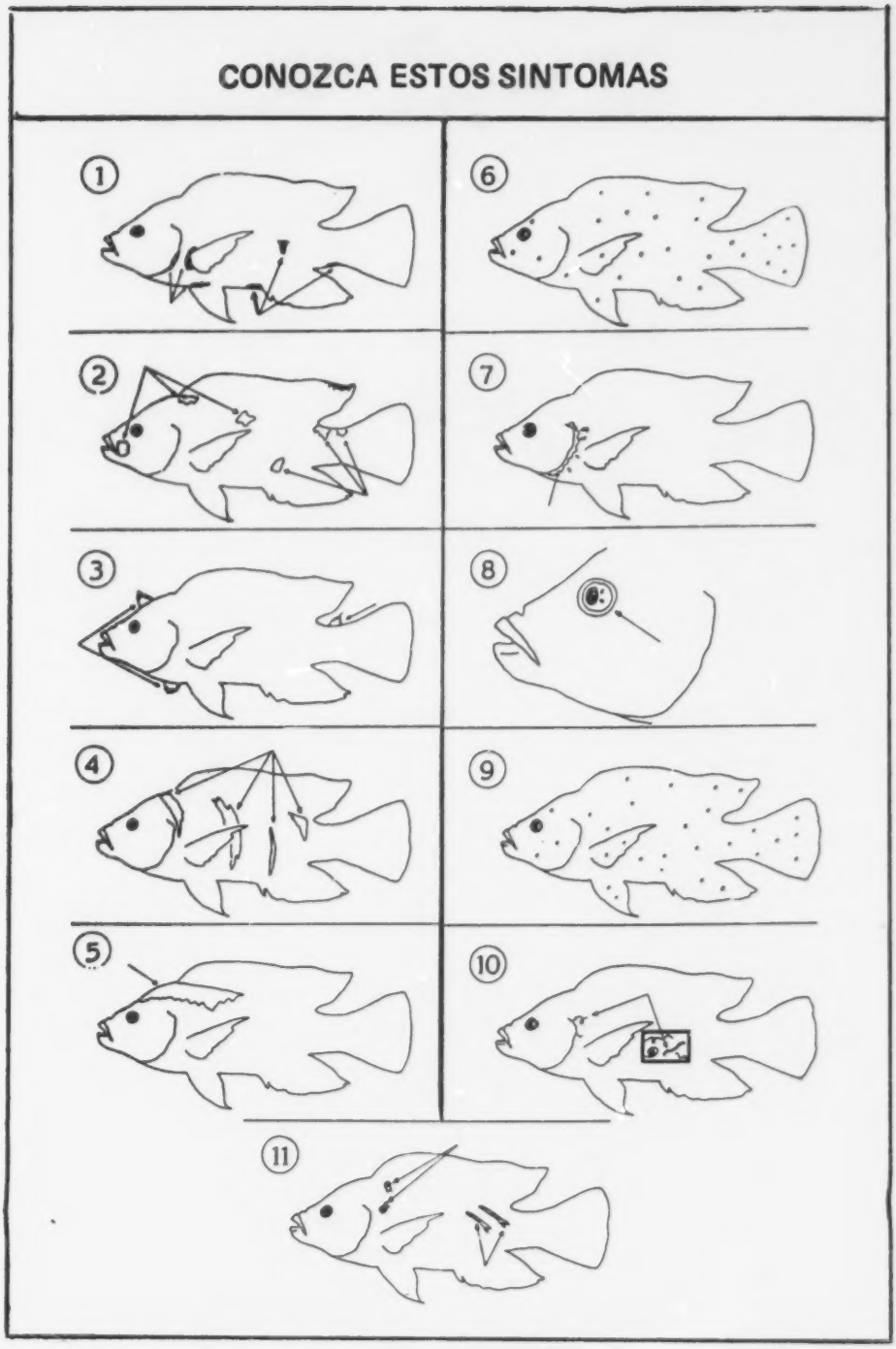



Figura 18

**Síntomas de las enfermedades más comunes que afectan los peces.**

## RECOMENDACIONES A SEGUIR ANTES DE COSECHAR PECES

Antes de cosechar los peces debemos estar seguros de que el sabor de la carne es el adecuado. Por consiguiente, es recomendable muestrear una cantidad pequeña, cocinarla y probarla antes de cosechar toda la producción. El pez que consume alimento artificial tiene un sabor exquisito, suave y poco mariscoso. Si se nota en la muestra algún sabor a tierra (terroso), no se debe cosechar hasta pasadas 72 horas de darle tratamiento a los peces con agua corriente. Para el tratamiento se pueden pasar los peces a unos tanques especiales construidos para ese propósito o pasar agua a la charca hasta que se renueve toda la existente. Tan pronto se detecte el sabor deseado, se procede a la labor de recogido. El tamaño ideal para iniciar la cosecha lo determina el mercado.

El sabor a tierra o mustio que pueda tener el pescado se debe a las condiciones adversas en la charca. Estas condiciones ocurren cuando las densidades de siembra y el nivel de alimentación son altos.

Para determinar el sabor se recomienda cocinar algunos peces sin adobo y sal uno o dos días antes de la cosecha. Si aparece el mal sabor, se suspende la cosecha.

## MÉTODOS QUE SE USAN PARA COSECHAR PECES

Aunque usualmente se suele cosechar cada seis meses, se recomienda hacer una cosecha total en cada charca una vez al año. Para ello se vacía la charca totalmente, procurando que el tubo de vaciado tenga un filtro que corte la salida de los peces. Mientras se vaya vaciando la charca, se puede pasar un chinchorro para reducir la cantidad de peces. Los que quedan en la charca son capturados en la parte profunda por medio de redes y balayos. La construcción de una hondonada (catch basin) en la parte profunda de la charca facilita esta labor.

Si no se concentran los peces en un área pequeña mientras el agua es vaciada de la charca, esto puede causar una disminución de oxígeno y, por lo tanto, la muerte de los peces. Se recomienda tener algún equipo que pueda bombear agua en alguna fuente cercana en caso de que surjan problemas con el nivel de oxígeno.

## EQUIPO NECESARIO PARA LA COSECHA DE PECES

Por cada pie del ancho de la charca se necesitan 1.5 pies de red de arrastre o chinchorro. Esta misma proporción es utilizada tomando en consideración la profundidad de la charca: por cada pie de profundidad máxima se necesitan 1.5 pies de profundidad en el chinchorro. Se utilizan boyas, que pueden ser de "styrofoam" o de plástico, que se colocan a 18 pulgadas una de otra.

A lo largo del chinchorro, y en la parte inferior, es necesario utilizar un marchapié para darle peso al mismo y evitar que se levante del fondo. Para ello se utilizan tiras de soga atadas, las cuales flotarán sobre el lado del fondo, evitando que el chinchorro se entierre en el fango, como pasaría si se utilizan pesas de plomo.

Para la construcción del chinchorro se recomienda usar el nilón. Se puede colocar un saco en el medio del chinchorro (conocido como seño de malla) para facilitar la captura de los peces. La malla debe tener 1 1/2 pulgadas cuadradas.

Si fuera necesario almacenar peces vivos, se deben tomar varias precauciones para evitar problemas, tales como enfermedades, pérdida de peso y pillaje. Se pueden construir jaulas o carritos para mantener los peces dentro del agua. Estas jaulas se pueden construir de nilón, de plástico o de alambre.

A continuación se presenta otro equipo útil en la cosecha de peces:

- balayos
- envases
- botas
- balanzas
- tanques

## PERIODO DE COSECHA DE PECES

El período para cosechar los peces debe coordinarse tomando en consideración la demanda que tengan los peces en el mercado y el tamaño y el tipo de pez que prefiera el comprador. Si se planifica la cosecha adecuadamente, se puede aprovechar la época de alta demanda, obteniendo así mejores ingresos.

También se debe determinar de antemano a quién se venderá la cosecha, si a pequeños procesadores o por medio de ventas al detal, tomando en consideración las ganancias potenciales de su operación. Cada una de estas alternativas deberá ser analizada cuidadosamente.

Al vender el pescado al por mayor y al detal el piscicultor puede capturarlo al momento de ordenarse. También puede mantener los peces vivos en áreas de almacenamiento. La promoción del producto la puede hacer mediante anuncios en los periódicos, avisos radiales, rótulos en las carreteras y de boca.

En Puerto Rico un gran por ciento del pescado que se vende, excepto la pesca costera, es congelado o enlatado. Para aumentar este tipo de mercado es importante ofrecer al consumidor un producto fresco, empacado en hielo o recién congelado, producido en la Isla.

## REGISTROS DE GASTOS DEL NEGOCIO DE PISCICULTURA

Relación de costos tanto en los monocultivos de hibridos de tilapia y de bagre como en los policultivos de tilapia y bagre.

I. Costos de capital*

A. Terreno

1. Propiedad
2. Arrendado

B. Construcción de charcas

1. Bancos de tierra
2. Tubería para carga y drenaje
3. Estructuras de hormigón

C. Construcción del pozo

D. Instalación de la bomba

E. Equipo**

II. Costo fijo***

A. Depreciación de la charca
B. Depreciación del equipo y las facilidades
C. Interés sobre la inversión
D. Contribuciones (que no sean sobre ingresos)

III. Costos de operación variables o anuales

A. Alimento
B. Abono
C. Alevinos
D. Químicos (para el control de las enfermedadees, pesticidas, etc.)
E. Servicios públicos (electricidad, agua, etc.)

---

* Incluye inversión de capital, costo fijo y costo inicial.
** Incluye bote, motor, redes, aereadores, agitadores, camiones, procesamiento técnico, etc.
*** Depreciación a las tasas correspondientes por año.

F. Mano de obra

1. De rutina
2. Para cosechar

G. Transportación
H. Bombeo (diesel o eléctrico)
I. Combustible
J. Mantenimiento y reparaciones

1. Reparaciones al drenaje
2. Poda
3. Limpieza del fondo de la charca
4. Reparación de los bancos de tierra
5. Misceláneas

K. Rentas (arrendamiento anual pagado por la tierra)
L. Teléfono, correos, etc. (comunicaciones)
M. Costo del agua
N. Intereses sobre el capital
Ñ. Procesamiento y mercadeo
O. Efectos misceláneos

## INGRESOS OBTENIDOS EN LA VENTA DEL PRODUCTO

Para calcular el margen de ganancia se debe tener en cuenta lo siguiente: valor por libra del pescado de tamaño comercial, producción promedio por acre, número de acres a cosecharse, depreciación (exceptuando el terreno y los costos operacionales anuales).

Ejemplo:

Ganancia en bruto = ($.60 lb. X 5,000 lb./acre X 10 acres)

= $30,000.00

| | | |
|---|---|---|
| Depreciación en bienes capitales | = | 3,000.00 |
| Costos operacionales | = | 15,000.00 |
| Costos totales | = | 18,000.00 |
| Ganancia neta | = | 30,000.00 |
| | | - 18,000.00 |
| | | $12,000.00 |

ó $1,200.00 por acre.

El gasto mayor en los costos operacionales lo constituyen el alimento y los alevinos. Esto es, un 60 - 70% del total de los costos operacionales anuales.

El tamaño de la finca es un factor importante que se ha de considerar. Sin embargo, algunos de los gastos son más o menos iguales para una finca pequeña o grande. Si hay fincas pequeñas en la misma área, se aconseja formar cooperativas para compartir los gastos operacionales, reduciéndose así los costos.

Es menos costoso construir una charca grande que muchas pequeñas. Si se pueden construir charcas mayores de un acre, bajarán los costos de producción, ya que el mismo equipo que se utiliza para una operación de media cuerda se usa para una operación de mayor tamaño. Al principio, hasta que se adquiera experiencia, se recomienda que las charcas no excedan un tamaño de 5 acres. (Véase la Figura 19).

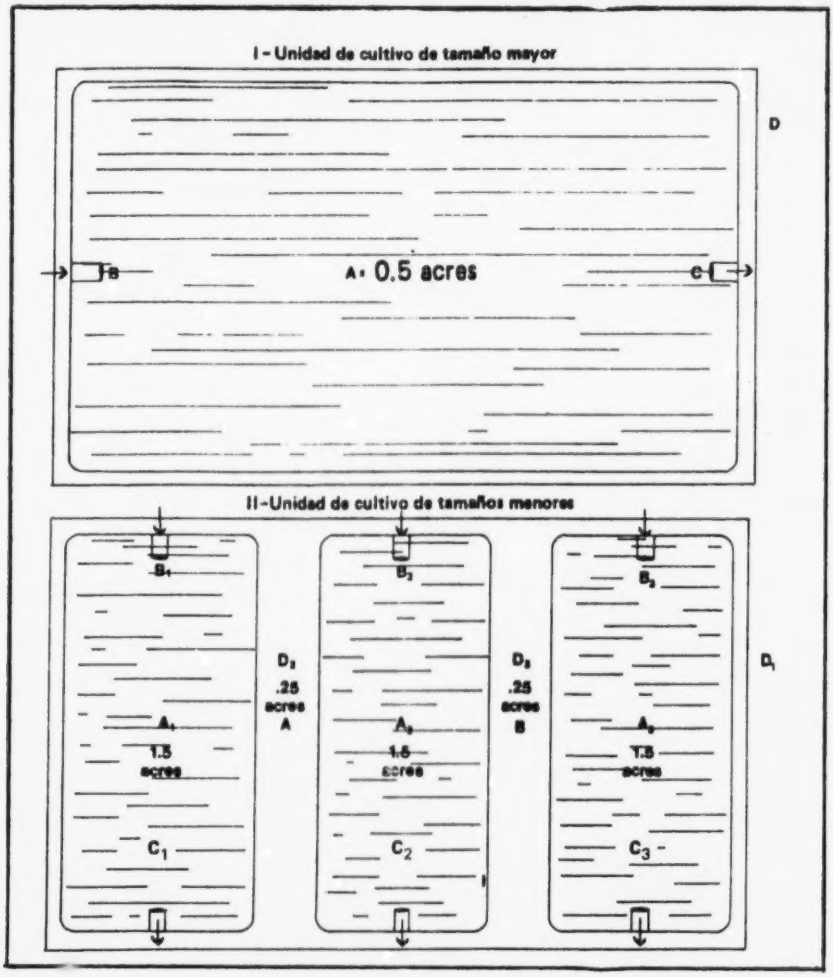



Figura 19

Diagrama que ilustra el concepto de menos costos por charcas más grandes

A. Demuestra el área total utilizable para cultivo en los casos 1 y 2. En el caso 1 se puede observar que si se construye una sola charca, el area total disponible es .5 acres mayor que en el caso 2.

B. En el caso 1 se necesita solamente una tubería de llenado; en el caso 2 se necesitarían tres.

C. En el caso 1 se necesita solamente una tubería de vaciado; en el caso 2 se necesitarían tres.

D. El área para bancos y caminos es mayor en el caso 2. Este movimiento de terrenos es costoso y no brinda ningún beneficio en este caso específico.

## REFERENCIAS


CODREMAR, Laboratorio de Investigaciones Pesqueras. El pescador comercial y las estadísticas pesqueras. Estado Libre Asociado de Puerto Rico.

_____. Central Office Special Edition - March 1984.

_____. Hoja informativa. La Pesca en Puerto Rico.

_____. Lista de Villas Pesqueras en Puerto Rico. Semana de la Industria Pesquera, 17-23 abril 1983.

Cortés, Ricardo y Francisco A. Pagán. El cultivo de peces en Puerto Rico. Volumen 2, Número 1, Estado Libre Asociado de Puerto Rico, 1985.

_____. Viabilidad económica del cultivo de peces en estanques rurales de poco tamaño en Puerto Rico. Estado Libre Asociado de Puerto Rico, 1983.

Erdman, Donald, Informe Técnico. Nombres Vulgares de Peces de Puerto Rico. Segunda Edición Revisada, Volumen 3, Número 2 E.L.A. 1985. CODREMAR.

Hoja Informativa OEP - 333 Recursos Naturales Educa. Las Playas.

Hoja Informativa OEP - 332 Recursos Naturales Educa. Los Manglares.

McGinty, Andrew. Tilapia Production in Ponds. Department of Marine Sciences, University of Puerto Rico, Mayagüez, Puerto Rico 1985.

## EQUIPO Y MATERIALES NECESARIOS EN LA EMPRESA DE PISCICULTURA

1. Edificios (almacén y servicio)
2. Vehículos (camiones)
3. Charcas con tubería de desagüe
4. Fuente de agua
5. Tanques para almacenar peces
6. Aereadores
7. Equipo de alimentar
8. Tractor
9. Podador
10. Metro de oxígeno
11. Chinchorros con seno de malla
12. Balayos
13. Envases
14. Equipo misceláneo
15. Alimento
16. Alevinos
17. Boyas de "styrofoam" o de plástico
18. Botas
19. Balanzas
20. Filtro de tela de sarán
21. Piscinas plásticas para producción de semillas
22. Fundas plásticas

SISTEMA DE

TECNOLOGÍA OCUPACIONAL

NOTIFICACIÓN DE POLÍTICA PÚBLICA

EL DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN NO DISCRIMINA POR RAZÓN DE RAZA , COLOR, SEXO, NACIMIENTO, ORIGEN NACIONAL, CONDICIÓN SOCIAL, IDEAS POLÍTICAS O RELIGIOSAS, EDAD O IMPEDIMENTO EN SUS ACTIVIDADES, SERVICIOS EDUCATIVOS Y OPORTUNIDADES DE EMPLEO.

BEST COPY AVAILABLE